

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Механіко-машинобудівний інститут
(повна назва інституту/факультету)

кафедра технології машинобудування
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Петраков Ю.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації)

(код і назва спеціальності)

на тему: Комп'ютерне дослідження впливу параметрів інформаційних моделей на
трудомісткість та собівартість при фрезеруванні циліндричних отворів

Виконав (-ла): студент (-ка) _____

(шифр групи)

Ярош Сергій Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник

Войтенко Володимир Іванович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

_____ (назва розділу)

_____ (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

					Пояснювальна записка			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ярош С.М.						
Перевір.		Войтенко В.І.			Літ.		Арк.	Акрушів
Реценз.							1	46
Н. Контр.							НТУУ «КПІ»	
Затверд.								

Зміст

Вступ	2
1. Глава 1 Огляд літератури	4
1.1. Інформаційна модель процесу фрезерування	4
1.2. Фрезерування кінцевими фрезами	5
1.3. Кінцеві фрези для фрезерних станків с ЧПУ	7
1.4. Режими різання	13
1.5. Фрезерні верстати	15
1.5.1 Haas EC-300	18
1.5.2. Фрезерний верстат з ЧПУ 6P13Ф3, 6P13РФ3, 6Т13Ф3	21
1.6. Тестова задача	24
Глава 2. Огляд засобів проведення досліджень	27
2.1. Алгоритм проектування фрезерування в САПР ТП «SAPR_2017»	32
2.1.1. Процедура Start	33
2.1.2. Процедура Write	40
2.1.3. Процедура Podatha	48
Глава 3. Дослідження впливу діаметру фрези, стікості, матеріалу фрези при чорновому фрезеруванні сталей на економічні показники переходу	53
3.1. Дослідження впливу діаметра фрези	57
3.2. Дослідження зміни стійкості фрези	67
3.3. Дослідження зміни матеріалу фрези	73
3.4 Порівняння можливостей програм SAPR_2017 та NX 9.0 при проектуванні оброблення отворів	80
Висновок	82
Література	83

Вступ

Важливим завданням проектування технологічних процесів (ТП) виготовлення деталей машинобудування є забезпечення мінімальної собівартості. При цьому мінімальна технологічна собівартість ТП можлива при забезпеченні мінімальної собівартості всіх технологічних переходів ТП. Таким чином, при проектуванні технологічних переходів виникає задача призначати такі режими різання, які б і забезпечували б мінімальну технологічну собівартість. Одним із важливих варіативних факторів призначення режимів різання є стійкість різального інструменту. Методики розрахунків собівартості переходів є загально відомими і достатньо подані в технічній і учбовій літературі [2,3,4,5,6,8]. Також достатньо відомі рекомендації по призначенню значень стійкості інструмента для різних переходів при різноманітних вимогах до точності розмірів та якості оброблюваних поверхонь. Загалом рекомендації стійкості найчастіше знаходяться в діапазоні від 5 до 240 хвилин. Проте пояснення, або ж обґрунтування таких рекомендацій практично відсутні. До того ж ці рекомендації в більшості були сформовані в умовах, коли вартість металорізального обладнання була в рази менше, як вона є нині. Завдання раціональної окупності дорогого обладнання вимагає використання високих швидкостей різання. Та підвищення швидкості різання негативно впливає на стійкість інструменту. Виникає завдання пошуку раціональних режимів різання для конкретної технологічної системи, які б забезпечували б мінімальну собівартість. Проте наявні програмні засоби автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки дозволяють визначати тільки трудомісткість типових технологічних переходів без визначення собівартості переходів в залежності від заданої стійкості інструменту. Крім того система автоматизованого проектування “Sapг_2017” розробки доц. Войтено В.І. [1,7] дозволяє моделювати процеси основних технологічних переходів різання в широкому діапазоні зміни парвметрів реквізитів їх інформаційних моделей. Результати моделювання декількох варіантів виконання переходів дає можливість вибрати раціональні режими обробки і оптимізувати собівартість виконання типових переходів.

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глава 1 Огляд літератури

1.1. Інформаційна модель процесу фрезерування

На процес різання впливають багато факторів, від яких буде залежати кінцевий результат оброблення різанням (точність розміру і якість поверхні).

Ці фактори умовно можна поділити на дві категорії: ті на які ми можемо впливати (режими різання, інструментальний матеріал і т.д.), та ті які являються заданими (матеріал заготовки, глибина переходу, обладнання на виробництві і т.д.).

В загальному на процес різання впливають такі фактори:

-Оброблюваний матеріал (група, межа міцності, твердість, поправочний коефіцієнт K_{BH} на швидкість різання)

-Інструментальний матеріал (поправочні коефіцієнти на подачу, швидкість різання і потужність)

-Остаточний розмір оброблюваної поверхні з вимогами точності (квалітет) і шорсткості

-Глибина різання

-Конструкція фрези, розміри фрези, товщина пластини, головний кут в плані, спосіб кріплення пластини, кількість зубів фрези.

-Схема установки заготовки

-Стан поверхні заготовки

-Параметри верстату (жорсткість максимальний діаметр деталі, ціна і т.д.)

-Подача

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Фрезерування кінцевими фрезами

Фрезерування — один з найпродуктивніших методів обробки. Головний рух (рух різання) під час фрезерування — обертальний, його здійснює фреза, рух подачі — зазвичай прямолінійний. Фрезеруванням можна одержати деталь точністю за 6...12 квалітетом шорсткістю до $Ra = 0,8$ мкм. Фрезерування здійснюється за допомогою багатозубого інструмента фрези.

Фрези за виглядом розрізняють: Циліндрична фреза із швидкорізальної сталі, циліндричні, торцеві, дискові, прорізні і відрізні, кінцеві, фасонні; За конструкцією: цільні, складені, збірні.

При торцевому фрезеруванні (обробка торцевою фрезою) діаметр фрези D повинний бути більший за ширину фрезерування B , тобто $D=(1.25...1.5) \cdot B$. Для забезпечення продуктивних режимів роботи необхідно застосовувати зміщену схему фрезерування (симетрична схема), для чого ось заготовки зміщається щодо осі фрези.

Під час циліндричного фрезерування розрізняють зустрічне фрезерування, коли вектор швидкості (напрямок обертання фрези) спрямований назустріч напрямку подачі; і побіжне фрезерування, коли вектор швидкості і напрямок подачі спрямовані в один бік. Зустрічне фрезерування застосовують для чорнової обробки заготовок з ливарною кіркою, з великими припусками. Побіжне фрезерування застосовують для чистової обробки нежорстких, попередньо оброблених заготовок з незначними припусками.

Глибина різання (фрезерування) t в усіх видах фрезерування, за винятком торцевого фрезерування і фрезерування шпон, являє собою розмір шару заготовки зрізу під час фрезерування, вимірюваний перпендикулярно до осі фрези. При торцевому фрезеруванні і фрезеруванні шпон шпонковими фрезами — вимірюють у напрямку, рівнобіжному осі фрези.

Під час фрезерування розрізняють подачу на один зуб S_X , подачу на один оберт фрези S і хвилинну подачу S_M мм/хв.. $S_m = S \cdot n = S_z \cdot z \cdot n$

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При чорновому фрезеруванні призначають подачу на зуб; при чистовому фрезеруванні — подачу на один оберт фрези. Швидкість різання — колова швидкість фрези, визначається властивостями ріжучого інструмента.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Кінцеві фрези та їх різновиди

Найбільш поширеними серед фрез є кінцеві фрези. Кінцеві фрези відносяться до групи ріжучого інструменту, що використовується в промисловому фрезеруванні та відрізняється від інших фрез областю застосування, геометрією робочої поверхні, та способами виробництва (рис. 1.1, 1.2).



Рис. 1.1. Кінцеві фрези – різновиди



Рис. 1.2. Кінцеві фрези – робочі поверхні

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звичайно матеріали, з яких виготовляються кінцеві фрези, - це карбід вольфраму (вони називаються твердосплавні) або швидкоріжуча сталь, але попадають і екзотичні варіанти, такі як сплави порошкових металів. Для цехів з промисловими масштабами виробництва використовують твердосплавні, тобто карбид-вольфрамові, тому що вони універсальні. Для кінцевих фрез із діаметром від 15 мм і більше, при використанні в невеликих станках зі швидкістю шпинделя не більше 6000 об/хв, для різання алюмінію рекомендується швидкоріжуча сталь, а для фрез більш менших діаметрів - твердосплавні. Це не тільки дозволить уникнути великих витрат на великі кінцеві фрези, але також збереже жорсткість дрібних кінцевих фрез на необхідному рівні.

Кінцеві фрези мають різні розміри, як в метричній, так і в дюймовій системах. Існують і мікро-фрези для обробки занадто малих деталей. Допуски на діаметр для більшості кінцевих фрез часто мають деякий розкид.

Кількість зубів на кінці фрези - важливий показник, і залежить від оброблюваного матеріалу. Найбільш поширені варіанти - 2, 3 або 4-зубні фрези. Наприклад, не варто брати фрезу з більш ніж трьома зубцями для робіт по алюмінію. Алюміній дає крупну стружку, яка схильна забивати канавки фрези навіть на помірних швидкості обробки. Канавки в 2-х і 3-х зубних фрезах мають достатній зазор і зручні для робіт з алюмінієм. Для більшості інших матеріалів використання 4-х зубних фрез є загальноприйнятим стандартом. Збільшення кількості зубів збільшує швидкість обробки. Для даної швидкості обертання шпинделя 4-х зубною фрезою можна працювати в два рази швидше, ніж 2-х зубною, і це, як правило, дасть більш гладку поверхню. Конечні фрези з більш ніж 4-ма зубами чудово підходять для підвищення продуктивності роботи з жорсткими матеріалами, такими як титан, де обертів шпинделя часто просто не вистачає.

Більшість 2- і 3-х зубних кінцевих фрез є центrorіжучими (рис. 1.3, а). Деякі 4-х зубі фрези не є такими. Центrorіжучу кінцеву фрезу можна занурювати прямо в матеріал. Нецентrorіжучі фрези в центрі мають паз, без

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ріжучої кромки, так що хід занурення в матеріал сильно обмежений (рис. 1.3, б). Єдиною перевагою нецентроріжучих фрез є їх невисока вартість.

Фрези бувають односторонніми і двосторонніми (рис. 1.4), останні дешевше за дві односторонні, проте не всі станки мають можливість використовувати двосторонні фрези.



а)

б)

Рис. 1.3. Кільцеві фрези: а) центроріжуча, б) нецентроріжуча



Рис. 1.4. Двостороння кінцева фреза

Для кінцевих фрез чим довша робоча частина, тим менша жорсткість інструменту (рис. 1.5). Якщо фрезою з довгою робочою частиною працювати досить агресивно, то це буде викликати згин фрези, який може привести до руйнування інструменту. Таким чином можна зробити висновок, що слід віддавати перевагу фрезам з короткою робочою частиною, користуючись довгими тільки в тих випадках, коли немає іншого вибору.



Рис. 1.5. Робоча довжина кінцевої фрези

Хороше покриття може різко збільшити продуктивність роботи кінцевої фрези, а також термін її служби. Існує багато покриттів як поширених, так і зовсім екзотичних, і дорогих. Більшість покриттів називається за їх хімічним складом:

- кінцеві фрези з покриттям з титрида титану і алюмінію (AlTiN), який створюється з використанням технологічного процесу запозичення реагентів за допомогою катодної дуги;
- TiN (покриття жовтого кольору);
- TiCN (блакитно-сіре покриття);
- TiAlN і AlTiN (темно-фіолетове покриття);
- TiAlCrN , AlTiCrN та AlCrTiN (покриття на основі полікристалічних алмазів (PCD)).

Досягнення в області розробки нових покриттів для кінцевих фрез робиться щорічно. У багатьох майстерних преміум-класу вже використовуються інструменти з покриттям з аморфних та нанокompозитних полікристалічних алмазів (PCD). Використання кінцевих фрез із покриттям або

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

без залежить від відношення економічних вигод останніх до технологічних переваг перших.

Продуктивність фрези може залежати як від типу покриття, так і від геометрії. Зараз серійно випускається велика кількість різноманітних форм, але деякі рішення досить суперечливі. Для стандартних завдань обирають класичні торцеві фрези, фрези специфічних форм використовують під час експериментів.

Чернові кінцеві фрези (рис. 1.6) мають маленькі зубці на зубі, які називають фрезами з стружколомом. Ці зубці служать для наступних цілей: в першу чергу вони розподіляють стружку, що дозволяє легше прибрати її з отвору, по друге зменшити вібровід і стабілізувати.



Рис. 1.6. Чернова кінцева фреза

Для 3D-обробки використовують сферичні кінцеві фрези. Сферичні (кінцеві) фрези створюють воронки з певним радіусом або заглибленням. Так само з допомогою таких фрез можна формувати виступи, тобто рельєфи будь-якої форми (рис. 1.7). Такий інструмент буває з 2, 3, 4 або шести зубцями. Профіль різання представлений у сферичній формі. Кут сферичної території ріжучої частини складає 180 градусів. Моделі виготовляються з кутом точно в 180 градусах. Для ліквідації стружки на фрезі є канавки у вигляді спіралі.



Рис. 1.7. 3D-обробка сферичною кінцевою фрезою прес-форми

1.4 Режими різання

Призначення режимів різання ґрунтується на визначенні глибини, подачі і швидкості різання, при яких буде забезпечена найбільш економічна і продуктивна обробка поверхні (за умови виконання заданих технічних вимог) по точності і шорсткості обробленої поверхні.

Спочатку вибирається по табличним даним див. довідник Гузєєва (Машинобудування 2005) глибина різання, потім максимально допустима подача, а потім визначається швидкість різання. Такий порядок вибору елементів режиму різання визначається тим, що на кількість виробленого при різанні тепла, а отже, на знос і стійкість фрези глибина різання впливає в меншій, а подача і особливо швидкість різання - в найбільшою мірою.

Елементи режиму різання повинні вибиратися так, щоб ріжучі властивості інструменту і можливості металорізального верстата (його потужність і інші динамічні і кінематичні характеристики) були використані в достатній мірі. Тому для вибору оптимальних режимів різання необхідно знати не тільки матеріал оброблюваної заготовки, але і матеріал і геометричні параметри фрези, допустиму величину її зносу, а також характеристики верстата, наміченого для виконання обробки.

Глибина різання в основному визначається припуском на обробку, який по можливості прагнуть видалити за один прохід.

Величина подачі визначається необхідним класом чистоти обробки. Величина подачі повинна бути більше допустимої цієї умовою, а також жорсткістю оброблюваної заготовки, жорсткістю і міцністю фрези і міцністю механізмів верстата. Визначивши сили різання, що виникають при обраних глибинах різання і подачі, можна шляхом розрахунку перевірити (на основі залежностей, відомих з опору матеріалів) відповідність вибраного перерізу

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стружки міцності і жорсткості деталі, фрези і міцності механізму подачі верстата.

Практично зазвичай такі розрахунки проводити доводиться не часто, так як в відповідних нормативах по вибору режимів різання дані значення подач відповідно до розмірів фрез і характеристик металорізальних верстатів.

Швидкість різання вибирається відповідно до певними значеннями глибини різання, подачі і стійкості ріжучого інструменту, геометричних параметрів ріжучої частини. Швидкість різання призначається за відповідними нормативами режимів різання або підраховується за емпіричними формулами.

Посилаючись на «Справочник молодого машиностроителя (Данилевский)».

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Фрезерні верстати

Фрезерні верстати поділяють на 6 видів: універсально-фрезерний верстат, горизонтально-фрезерний верстат, широкоуніверсальний фрезерний верстат, вертикальний консольно-фрезерний верстат, вертикально- і горизонтально-фрезерний безконсольний верстат, поздовжно-фрезерний верстат.

Універсально-фрезерний верстат — це металорізальний верстат із горизонтальним розташуванням шпинделя, призначений для роботи з різними типами фрез. Цей фрезерний верстат використовується для обробки вертикальних і горизонтальних фасонних і гвинтових поверхонь, пазів і кутів. У горизонтальній площині верстат має поворотний стіл, що дозволяє фрезерувати гвинтові канавки.

Горизонтально-фрезерний верстат відрізняється від універсально-фрезерного відсутністю поворотного механізму.

Широкоуніверсальний фрезерний верстат — це металорізальний верстат, який має додаткову шпиндельну головку. Її можна повертати під будь-яким кутом у двох взаємно перпендикулярних площинах. Для більшої ефективності на поворотній головці монтують накладну фрезерну головку. З її допомогою можна обробляти на верстаті деталі складної форми не лише фрезеруванням, але і свердлінням, зенкеруванням, розточуванням і т. д.

Вертикальний консольно-фрезерний верстат — металорізальний верстат з вертикально розташованим шпинделем. У деяких моделях верстатів допускається зсув уздовж своєї осі й поворот навколо горизонтальної осі, розширюючи тим самим технологічні можливості верстата.

Вертикально- і горизонтально-фрезерний безконсольний верстат призначений для обробки різних поверхонь, а також пазів у великогабаритних деталях. У цих верстатах відсутня консоль, а полози та стіл переміщаються по напрямних станини, встановлених на фундамент.

Поздовжно-фрезерний верстат — металорізальний верстат, який використовується для обробки великогабаритних заготовок. Обробка

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюється, головним чином, торцевою фрезою, також є можливість обробки циліндричними, кінцевими, дисковими та фасонними фрезами.

За прийнятою класифікацією фрезерні верстати відносять до шостої групи, але частина фрезерних верстатів входить й у п'яту групу - зубо- і різьбообробних верстатів. Кожен верстат має свій шифр, який складається з цифр і букв: перша цифра позначає групу верстата, друга - його тип:

- 1 - консольні вертикально-фрезерні,
- 2 - безперервної дії,
- 3 - одностійкові поздовжно-фрезерні,
- 4 - копіювальні та гравірувальні,
- 5 - вертикальні безконсольні (із хрестовим столом),
- 6 - поздовжньо-фрезерні,
- 7 - широкоуніверсальні,
- 8 - консольні, горизонтальні,
- 9 - різні.

Третя та четверта цифри позначають один з характерних розмірів верстата. Якщо буква розташована між першою та другою цифрами, то це означає, що конструкція верстата модифікована. Наприклад, універсальний консольно-фрезерний верстат протягом багатьох років вдосконалювався, тому змінювався шифр його позначення: 682, 6Н82, 6М82, 6Р82, 6Т82 та 6Р82Ш. Коли буква розташована наприкінці номера верстата, те це означає наступне: конструктивну модифікацію основної моделі, наприклад, 6Р82М - верстат горизонтально-фрезерний; 6Р12Б - швидкохідна модель, 6Р82Ш - широкоуніверсальний; різне виконання верстатів по класах точності: Н - нормальної точності, П - підвищеної, В - високої, А - особливо високої і С - верстати особливо точні; різні виконання по використовуваних системах керування верстатами.

Фрезерні верстати із програмним управлінням можуть бути додатково оснащені механізмами автоматичної зміни інструментів. Якщо цей механізм

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконаний у вигляді револьверного барабана, у позначенні моделі верстата після цифр ставиться буква Р (наприклад, 6Р13РФ3), якщо ж він виконаний у вигляді інструментального магазину - буква М (наприклад, 6Т13МФ4).

В окремих випадках після основного позначення моделі через дефіс ставляться одна або дві цифри, які вказують на те, що заводом-виготовлювачем внесені зміни в базову модель, пов'язані в основному із приводами подач або із системами керування. У чому складаються ці зміни, вказується в паспорті верстата.

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.1 Центр обробний горизонтальний ЕС-300 / 8000 об / хв / 14,9 кВт / Haas / США

Основні характеристики:

Виробник - Haas Automation Inc

Країна - США

Серія верстата - ЕС

Модель ЕС-300

Операції Фрезерна, свердлильна

Метод формування Обробка різанням

Тип обладнання Верстат фрезерний

Відмітні особливості Повністю лита чавунна станина; повністю закрите герметичне захисне огороження; серводвигуни переміщень по осях з прямою передачею моменту; сталеві загартовані підшипникові блоки направляючих; ШВП з подвійним кріпленням і попередньо натягнутою гайкою; система автоматичного змащення напрямних і ШВП; система компенсації теплових розширень ШВП; відкатна конструкція бака для СОЖ.

Стандартна комплектація Система СОЖ, бак для системи СОЖ, фільтр для пневмосистеми, редуктор для пневмосистеми, пневмопістолет для видалення стружки, автоматична централізована система мастила, освітлення робочої зони, електромеханічний замок дверей огороження робочої зони, комплект регулювальних опор, комплект ключів для обслуговування верстата

Опція

Додаткові комплектуючі палети метричного виконання, конвеєр для відводу стружки

Управління

Максимальна швидкість обробки програм 1000 блоків/сек

Екран панелі керування, LCD-екран 15"

Кількість керованих осей координат/ керованих одночасно 4/ 3

Числове програмне управління Haas-Fanuc

Робоча зона

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри палети (Д х Ш) 300х300 мм

Максимальне навантаження на палету 249 кг

Кількість змінних палет 2

Розмір різьбових отворів палети M12х1,75 мм

Кількість різьбових отворів на палеті 36

Відстань від торця шпинделя до поверхні столу 39-395 мм

Заготовка

Матеріал заготовки Чорні метали, кольорові метали

Точність переміщень

Дискретність завдання переміщення інструменту по осі X 0,001 мм

Дискретність завдання переміщення інструменту по осі Y 0,0001 мм

Дискретність завдання повороту столу по осі B 0,001°

Дискретність завдання переміщення столу по осі Z 0,001 мм

Точність лінійного позиціонування інструменту по осі Y ± 0.005 мм

Точність лінійного позиціонування інструменту по осі X ± 0.005 мм

Точність кутового позиціонування столу по осі B $\pm 0,004^\circ$

Точність лінійного позиціонування столу по осі Z $\pm 0,005$ мм

Переміщення

Переміщення інструменту по осі X 508 мм

Переміщення інструменту по осі Y 457 мм

Переміщення столу по осі Z 356 мм

Швидкісна характеристика

Частота обертання головного шпинделя 8000 об/хв

Швидкість подачі інструменту по осі Y 12,7 м/хв

Швидкість подачі інструменту по осі X 12,7 м/хв

Швидкість холостих подач інструменту по осі X 25,4 м/хв

Швидкість холостих подач інструменту по осі Y 25,4 м/хв

Швидкість подачі столу по осі Z 12,7 м/хв

Швидкість холостих подач столу по осі Z 25,4 м/хв

Головний шпиндель

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конус головного шпинделя ISO 40

Силові параметри

Максимальні допустимі зусилля по осі X 10,7 кН

Максимальні допустимі зусилля по осі Y 10,7 кН

Максимальні допустимі зусилля по осі Z 10,7 кН

Зусилля затиску палети 40 кН

Інструмент

Діаметр інструменту с порожніми/зайнятими сусідніми позиціями 152 мм/ 76 мм

Максимальна довжина інструменту 254 мм

Максимальна маса інструменту 5,4 кг

Компонування ріжучого інструменту Інструментальний магазин

Кількість місць в інструментальному магазині 24

Конструкція

Монтаж Підлоговий

Експлуатаційні параметри

Час повороту столу по осі в на 90° 5,6 сек

Час зміни інструменту 4,8 сек

Час зміни палет 4,7 сек

Охолодження головного шпинделя Водяне

Обсяг бака для СОЖ 151 л

Тиск стисненого повітря 6,9 бар

Витрата стисненого повітря 113 л/хв

Крутильний момент

Головного шпинделя (max) 102 Нм (при n=1400 об/хв)

Повороту столу по осі в (max) 285 Нм

Гальмівний момент

Повороту столу по осі в 271 Нм

Потужність приводу

Обертання головного шпинделя (максимальна) 14,9 кВт

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтерфейс, роз'єми і виходи

Тип інтерфейсу для підключення до ПК RS-232

Тип інтерфейсу для підключення знімних носіїв пам'яті USB

Харчування

Мережа живлення: напруга мережі / частота / кількість фаз 400 в / 50 Гц / 3

Габарити і маса

Габаритні розміри верстата (Д х Ш х В) 2144x3429x2464 мм

Маса верстата 7258 кг

Зовнішні джерела інформації

1.5.2. Фрезерний верстат з ЧПУ 6P13ФЗ, 6P13РФЗ, 6Т13ФЗ

Фрезерний верстат з ЧПУ 6P13ФЗ, 6P13РФЗ, 6Т13ФЗ - призначений для обробки різноманітних деталей складного профілю зі сталі, чавуну, важкооброблюваних кольорових металів, головним чином торцевими і кінцевими фрезами, свердлами в середньосерійному і дрібносерійному виробництві.

Система ЧПУ

Фрезерний верстат з ЧПУ 6P13ФЗ, 6P13РФЗ, 6Т13ФЗ оснащувався заводом-виготовлювачем системою ЧПУ моделі НЗЗ-2М. ЧПУ дозволяє вести обробку виробів в режимі програмного управління одночасно за трьома координатами: поздовжньої, поперечної (переміщення столу і санчат з оброблюваною деталлю) і вертикальної (переміщення повзуна з інструментом). Програмоване вертикальне переміщення (координата Z) здійснюється рухом повзуна. Консоль фрезерного верстата з ЧПУ 6P13ФЗ, 6P13РФЗ, 6Т13ФЗ має тільки установче переміщення, виключає позиціонування і роботу в стежить режимі консолі, що має значну масу. Підвищується точність обробки, так як в процесі різання консоль завжди затиснута.

Приводи верстата

Фрезерний верстат з ЧПУ 6P13ФЗ, 6P13РФЗ, 6Т13ФЗ оснащений слідяще-

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регульованими приводами подач з високомоментними електродвигунами постійного струму. Застосування стежать регульованих приводів з двигунами постійного струму забезпечує швидкість швидкого переміщення столу до 4,8 м/хв і виключає шлюб деталі при контурної обробки в разі відмови приводу подач по одній з координат. Введено централізоване мастило напрямних. У верстаті застосовується електромеханічний пристрій затиску інструменту, що забезпечує стабільне зусилля затиску 2000 кг. Для виносного обладнання є готова електропроводка зі штепсельними роз'ємами.

Позначення

Буквено-оскільки індекс фрезерного верстата з ЧПУ 6Р13Ф3, 6Р13РФ3, 6Т13Ф3 позначає наступне: цифра 6 - це фрезерний верстат; буква Р, Т, М – модифікація верстата, цифра 1 позначає вертикальний фрезерний верстат, цифра 3 – типорозмір верстата (розмір столу), Ф3 - наявність системи ЧПУ.

Технічні характеристики Параметри

Розміри робочої поверхні столу, мм 400 x 1600

Клас точності по ГОСТ 8-71 П

Шорсткість обробленої поверхні Rz, мкм 20

Максимальне навантаження на стіл (по центру), кг 300

Найбільше поздовжнє переміщення столу (X), мм 1000

Найбільше поперечне переміщення столу (Y), мм

Чотириста

Найбільше вертикальне установче переміщення столу, мм 420

Найбільше вертикальне переміщення повзуна (Z), мм 250

Межі робочих подач. Поздовжніх, поперечних, вертикальних, мм/хв 3 - 4800

Швидкість швидкого переміщення столу і повзуна, мм/хв 4800

Відстань від торця шпинделя до столу, мм 70 - 490

Відстань від осі шпинделя до вертикальних напрямних станини, мм 500

Подача за один імпульс, мм 0,01

Точність позиціонування по осі X, мм 0,065

Точність позиціонування по осі Y, Z, мм 0,040

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший діаметр свердління, мм 30

Найбільший діаметр кінцевої фрези, мм 40

Найбільший діаметр торцевої фрези, мм 125

Частота обертання шпинделя, хв-1 40 - 2000

Кількість швидкостей шпинделя 18

Найбільший крутний момент, кгс.м 62,8

Кінець шпинделя ГОСТ 836-72 7:24

Електродвигун приводу головного руху, кВт 7,5

Електроприводи подачі по осях X, Y, Z, кВт 2,2

Електропривод налагоджувального переміщення консолі, кВт 2,2

Електропривод затиску інструменту, кВт 0,18

Електропривод насоса охолодження, кВт 0,12

Електродвигун мастила, кВт 0,27

Сумарна потужність електродвигунів, кВт 16,87

Габаритні розміри верстата (Д х Ш х В), мм 3450 х 3970 х 2965

Маса верстата з електрообладнанням, кг 4450

Фрезерний верстат з ЧПУ 6Р13ФЗ, 6Р13РФЗ, 6Т13ФЗ сьогодні

'Фрезерний верстат з ЧПУ 6Р13ФЗ, 6Р13РФЗ, 6Т13ФЗ вироблявся

на "Горьківському заводі фрезерних верстатів". Разом з тим, верстати цієї

конструкції випускали й інші заводи колишнього СРСР. Деякі з них працюють і

сьогодні, випускаючи вдосконалені варіанти фрезерного верстата з ЧПУ

6Р13ФЗ. Вони оснащуються сучасними високоякісними комплектуючими і

надійною електрикою.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1. Тестова задача

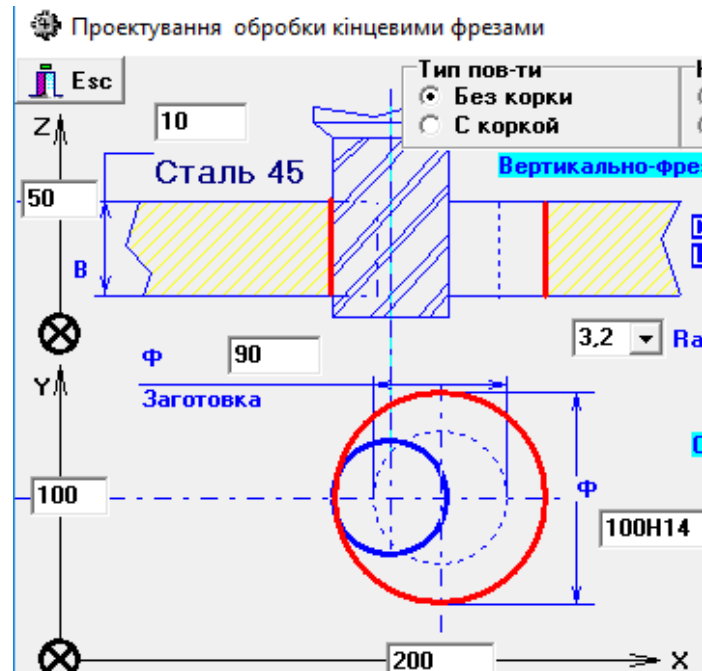


Рис.1.12. Ескіз технологічної операції

Вихідні данні:

Деталь:

Назва – Фланець.

-Матеріал – Сталь45 (170..179 НВ).

Точність обробки поверхні – **H14**.

Параметри шорсткості обробленої поверхні: $Ra=3.2$ мкм.

Станок HAAS EC-300;

Глибина різання – $t=5$ мм;

Вибір інструменту:

По рекомендаціям підрозділу 2.3,1.2 і додатком 4.12 [] вибираємо наступні параметри інструменту для отвору $\varnothing 100$ кінцева фреза $\varnothing 75$ насадна коронка P6M5 кількість зубів 22 та їх матеріал T5K10. Довідник Гузєєва «Машинобудування 2005».

Карта 72 лист 1. Твердість оброблювального матеріалу $K_{Sn} = 1.35$

Кількість зубів $K_{\delta z} = 0.65$

Відношення вильоту фрези $K_{\delta l} = 0.30$

					Арк.
					24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Відношення ширини $K_{\delta B} = 1.0$

$$K_{c.o} = 0.5 * 1.35 * 0.65 * 0.30 * 1.0 = 0.13$$

Значення є критерієм для визначення стадій обробки для отримання необхідної точності $= 0.9$

$K_{c.o} = 0.13 < 0.9$ відповідно карта 72 позиція 7 індекс М.

Тобто необхідна точність може бути отримана за одну (чорнову) стадію обробки.

Вибір глибини різання :

По карті 73 для $\varnothing 100$ П max

$B = 5 * 10 = 50 \text{ мм}^2$ тоб то достатньо обробки за один робочий ход (позиція 8 індекс А)

$t = 2$, $P_{\max} = 5 \text{ мм}$.

Вибір подачі

Подачу на зуб для обробки поверхні $\varnothing 100$ карта 80 позиція 19 індекс Д

$$S_z = 0.07 \text{ мм/зуб}$$

Вибране значення подачі коректуємо з урахуванням поправних коефіцієнтів за формулою:

$$S_z = S_{ZT} * K_{SM} * K_{SU} * K_{SZ} K_{SI}$$

По карты 82 вибираємо поправны коефыциенти для змынених умов роботи в залежносты выд твердосты оброблювального матерыалу

$$K_{SM} = 1.2$$

$$K_{SU} = 1.0$$

$$K_{SZ} = 0.60$$

$$K_{SI} = 1.0$$

$$S_z = 0.07 * 1.2 * 1.0 * 0.60 * 1.0 = 0.1 \text{ мм/зуб}$$

По карті 83 позиція 22 індекс а

$$S_z = 0.05$$

По шорсткості обробленої поверхні

$$S_z = 0.08 \text{ мм/зуб (Карта 83 № 21 індекс А)}$$

Приймаємо мінімальну подачу

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_z = 0,05 \text{ мм/зуб}$$

Вибір швидкості і потужності різання

Швидкість та потужність вибираємо по картам 84, 87 с урахуванням поправних коефіцієнтів (карта 84) № 37 індекс г,д.

Група оброблювального матеріала

$$K_{VO} = K_{NO} = V_T = 1.86 \text{ кВт.}$$

$$N_T = 34 \text{ м/мин.}$$

Швидкість різання вибираємо $V = 34 \text{ м/мин.}$

$$\Lambda \text{ частота обертання } \Pi = 144,3 \text{ мм}^{-1}$$

По паспорту станка вибираємо найближцю частоту обертів 150 мм а швидкість різання 35 м/мин.

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глава 2. Огляд засобів проведення досліджень.

Відповідно до завдання дослідження залежностей економічних показників при фрезеруванні від значень варіативних реквізитів інформаційної моделі переходів фрезерування передбачено проводити використовуючи комп'ютерну програму „Система автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки SAPR_2017” [2, 7] Войтенко В.І.

САПР ТП «Sapr_2017» забезпечує інтерактивне проектування (в діалоговому режимі) технологічних процесів обробки деталей довільної конструкції. Вона також оснащена модулями алгоритмічного призначення маршрутів обробки типових поверхонь деталей машин. Одночасно виконується і технічне нормування спроектованих операцій. [2]

САПР ТП дозволяє проектувати в діалоговому режимі технологічні процеси обробки деталей довільної форми. " Sapr_2017" також оснащена алгоритмічними модулями, призначення планів (маршрутів) обробки типових поверхонь деталей машин. При цьому виконується призначення методів обробки, припусків на обробку, розрахунки між операційних розмірів з призначенням вимог точності та шорсткості поверхні. Для технологічних переходів розраховуються режими різання, основна складова норми часу та затрати енергії на обробку. [2]

Основні відмінності «Sapr_2017» від існуючих систем:

1. використання графічного інтерфейсу при формуванні інформаційних моделей поверхонь деталей та технологічних переходів;
2. наявність алгоритмічних модулів призначення маршруту (плану) обробки найбільш розповсюджених типів поверхонь.

Наявність алгоритмічних модулів надає проектувальнику можливість одержання рекомендацій про доцільний варіант плану (маршруту) обробки в залежності від кінцевих вимог до розмірних і якісних параметрів типової поверхні. План обробки деталізується до між операційних розмірів із призначенням також вимог точності до них, а також до шорсткості поверхні. [2]

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При призначенні режимів обробки застосовуються багатофакторні математичні моделі, орієнтовані на призначення елементів режимів різання (включаючи і подачі) в залежності від значень параметрів реальних умов обробки. [2]

При проектуванні технологічного процесу (ТП) розподіл функцій між технологом і ЕОМ передбачає призначення структури ТП (набору і послідовності технологічних операцій) безпосередньо самим технологом. Засоби автоматизації проектування при цьому забезпечують проектувальника необхідною довідковою інформацією й ініціюють діалогові процедури формування інформаційних моделей поверхонь деталей, елементів технологічних систем і самого технологічного процесу. В процесі діалогу, при використанні спеціалізованих стилізованих макетів екрана, задаються реквізити деталі, заготовки, виробництва, типових поверхонь та типових технологічних переходів. [2]

Процеси діалогу призначення технологічних операцій, моделей верстатів до них, конструкцій і параметрів інструментів і т.п. забезпечуються альтернативними меню і відповідними базами даних. При завданні інформаційних характеристик технологічних переходів забезпечується можливість оперативного редагування при виникненні випадкових помилок. [2]

Типові розрахунки: маси деталі та оригінальних заготовок забезпечуються спеціалізованим калькулятором. Маси заготовок із прокату, режими обробки і норми часу на виконання операцій і переходів, виконуються алгоритмічно. [2]

Програмне забезпечення системи складається із базового програмного забезпечення (монітора - ядра системи), алгоритмічних модулів призначення маршрутів обробки типових поверхонь деталей машин, а також взаємозамінних програмних модулів інтерактивного проектування основних технологічних переходів, а також модуля редагування робочого варіанту ТП і модуля випуску опису ТП, виконано в стандартному документі. При випуску стандартного документа виконується оформлення операцій з визначенням сумарних значень як основної складової норми часу так і самої норми часу на кожну операцію. [2]

На рис. 2.1. Подано скріншот головного меню системи.

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відбувається в трьох фазах. На рис.2.3. подано скріншот початку першої фази. Необхідно відредагувати розмірні та якісні вимоги до оброблюваної поверхні, вибрати схему закріплення заготовки, вибрати конструкцію різця. На завершення треба натиснути командну клавішу «Ok» .

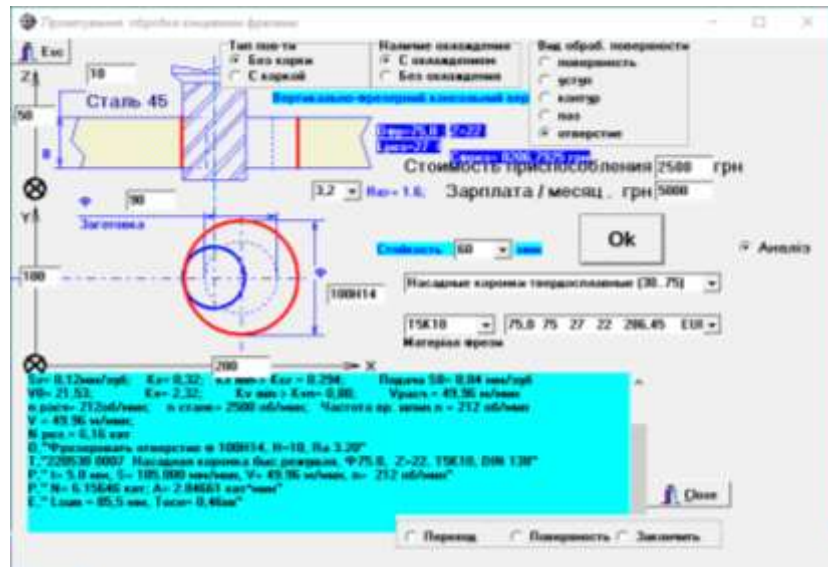


Рис. 2.3. Скріншот початку виконання першої фази проектування фрезерування

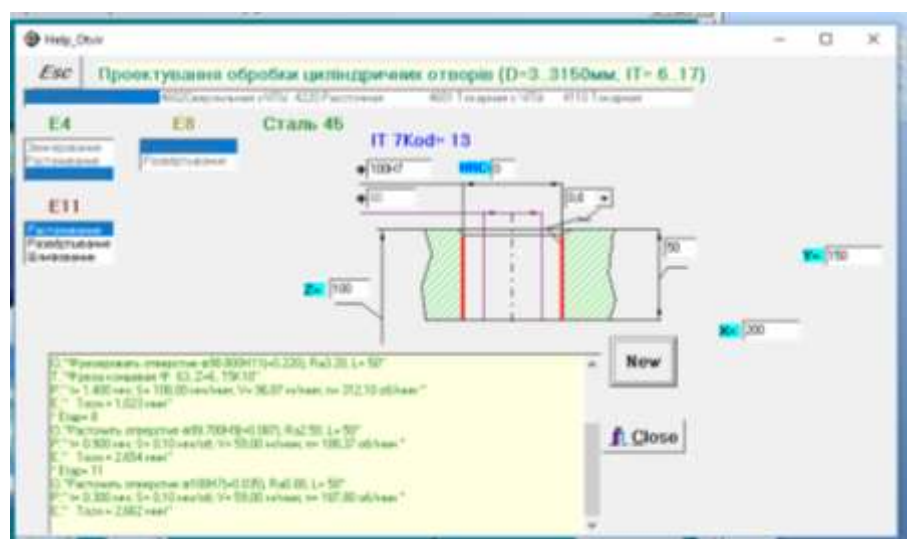


Рис. 2.4. Скріншот початку виконання другої фази проектування фрезерування

При виконанні другої фази проектування (рис. 2.4) необхідно вибрати типорозмір різця, задати стійкість різця та вибрати марку інструментального матеріалу. Після використання командної клавіші «Start» починається виконання третьої фази (рис. 2.5), на екран виводяться результати розрахунків

					Арк.
					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

режимів різання та надається можливість їх редагування. Починається четверта фаза проектування (рис. 2.5).

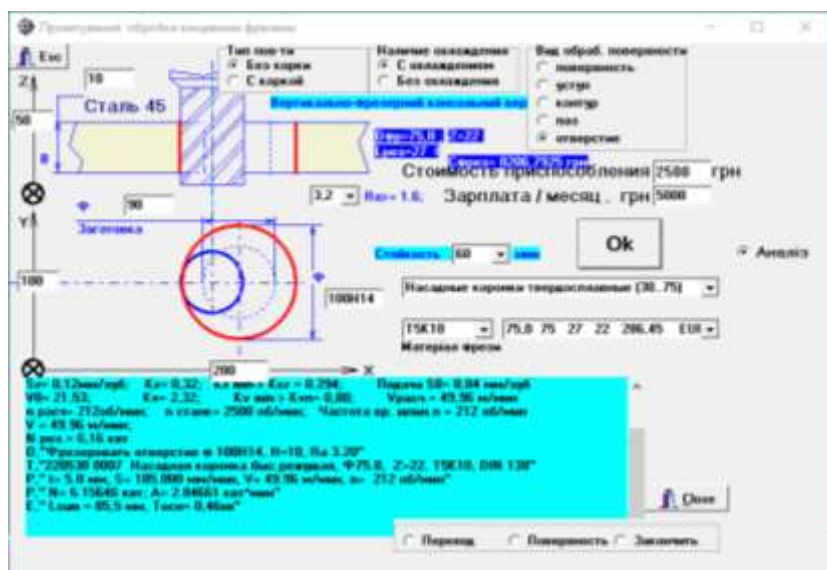


Рис. 2.5. Скріншот початку виконання четвертої фази проектування фрезерування

При виконанні четвертої фази проектування точіння виконується формування типового опису переходу з описом дії, призначеного інструменту, прийнятих режимів різання, розрахункових параметрів включно з основною складовою норми часу і собівартістю виконання переходу. На екран виводиться повідомлення про собівартість виконання переходу і значення її складових (рис.2.6).

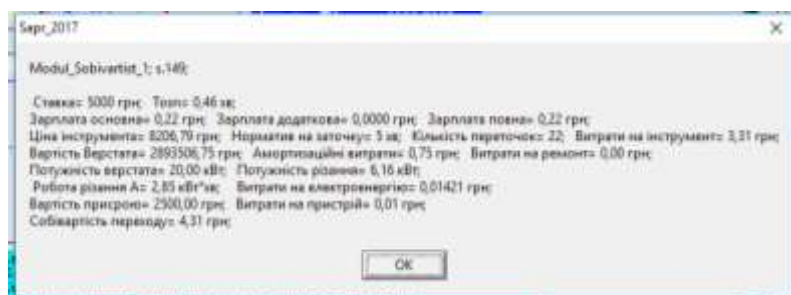


Рис. 2.6. Скріншот результатів визначення собівартості

Опис переходу фіксується в дисковому файлі робочого варіанту технологічного процесу «Text.txt». собівартість виконання переходу і значення її складових фіксується в файлі «Sobivartist.txt» а фрагмент керуючої програми для верстат з ЧПУ в файлі «SNC_Turning». При використанні кнопки «Analiz»

також виводиться повідомлення з фрагментами розрахунків режимів різання (рис. 2.7)

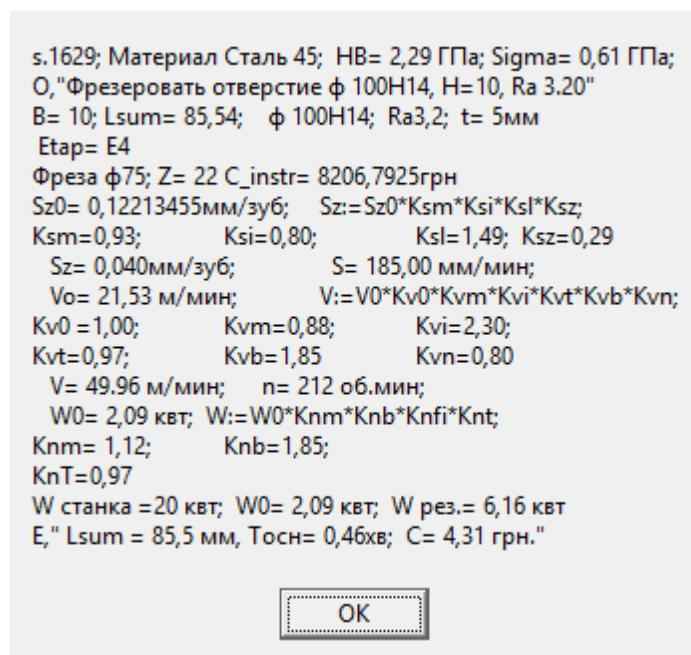


Рис. 2.6. Скріншот фрагментів процесу розрахунків режимів різання

Треба додати і лістинг спроектованого файлу G-кодів.

2.1. Алгоритм проектування **точіння** в САПР ТП «SAPR_2017» .

По структурі САПР ТП «SAPR_2017» є – комплекс комп'ютерних програм спеціалізованих на виконання окремих режимів проектування і на проектування типових технологічних переходів. Проектування фрезерування забезпечує програма P4160-2. Алгоритм мовою Objekt Paskal подано в файлах (модулях) P4160-2. (процедури розрахунків режимів різання), процедури формування меню інструментальних матеріалів в залежності від матеріалу деталі, розмірів оброблення, вимог точості та шорсткості, стадії оброблення і глибини різання.

Далі подані лістинги та блок-схеми окремих процедур модулів проектування фрезерування.

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.1. Процедура Start

Лістинг 1 (процедура Start)

```
Procedure Start;
Var
  IT_L,i      : byte;
  Lmax,Lmin   : real;
Label M2;

  Begin // Start
M2:
  D_Str:=Form_4110_1.Edit1.Text;
  Rozmir := D_Str;
  Dzag_Str:=Form_4110_1.Edit3.Text;
  Wal(Dzag_Str,IT,Dmax,Dmin,D0,Dopusk,Es,Ei,Osnov_Otklon,Kod);
  D0 := (Dmax + Dmin)/2;
  { ShowMessage(Rozmir+#13+'Nominal= '+FloatToStr(D)+' mm'+#13+
    'IT= '+IntToStr(IT)+'#13+
    'Max= '+FloatToStr(Dmax)+' mm;'+#9+
    'Min= '+FloatToStr(Dmin)+' mm'+#13+
    'Dopusk= '+FloatToStr(Dopusk)+' mkm'); }
  Wal(D_Str,IT,Dmax,Dmin,D,Dopusk,Es,Ei,Osnov_Otklon,Kod);
  D := (Dmax + Dmin)/2;
  Material_RI(GrupaM,Glub,IT);
  Glub:=(D0-D)/2;
  if Glub < 0 then begin ShowMessage('Glub= '+FloatToStr(Glub));
    Form_4110_1.BitBtn2.Enabled := True;
    Form_4110_1.BitBtn3.Enabled := False;
    Exit;
  end;
  Ra:=StrToFloat(Form_4110_1.ComboBox4.Text);
```

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

// ShowMessage('s.708; Ra='+FloatToStr(Ra));
Lpov:=StrToFloat(Form_4110_1.Edit4.Text);

Wal(Form_4110_1.Edit4.Text,IT_L,Lmax,Lmin,Lpov,Dopusk,Es,Ei,Osnov_Otkl
on,Kod);

i := Form_4110_1.ListBox2.ItemIndex+1;
// ShowMessage('s.714; L= '+FloatToStr(L));
Shifr_R:=Shifr[i];
Hr := StrToInt(H[i]);
Br := StrToInt(B[i]);
Lr := StrToInt(L_riz[i]);
if Pos('.',M_riz[i]) <>0 then begin
a := Pos('.',M_Riz[i]);
Delete(M_Riz[i],Pos('.',M_Riz[i]),1);
Insert(',',M_Riz[i],a);
end;
Mr := StrToFloat(M_riz[i]);
if Pos('.',R_riz[i]) <>0 then begin
a := Pos('.',R_riz[i]);
Delete(R_riz[i],Pos('.',R_riz[i]),1);
Insert(',',R_riz[i],a);
end;
if Pos('.',T[i]) <>0 then begin
a := Pos('.',T[i]);
Delete(T[i],Pos('.',T[i]),1);
Insert(',',T[i],a);
end;
Radius := StrToFloat(R_riz[i]);
Tplastn := StrToFloat(T[i]);
// ShowMessage('s.813; t= '+t[i]+'; Fi[i]= '+Fi[i]+'; Fi1[i]= '+Fi1[i]+'');

```

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Fir := StrToInt(Fi[i]);
Fi1r := StrToInt(Fi1[i]);
case Form_4110_1.ListBox1.ItemIndex of
  0,7 : begin Fir:= 45; Fi1r:= 45; end;
  1  : begin Fir:= 90; Fi1r:= 10; end;
  2  : begin Fir:= 90; Fi1r:= 10; end;
  3  : begin Fir:= 95; Fi1r:= 25; end;
  4  : begin Fir:= 95; Fi1r:= 5; end;
  5  : begin Fir:= 45; Fi1r:= 45; end;
  6  : begin Fir:= 75; Fi1r:= 15; end;
end;
{ ShowMessage('s.817; '+T6[Form_4110_1.ListBox4.ItemIndex+1]+'#13+
'Hr= '+IntToStr(Hr)+'#13+
'Br= '+IntToStr(Br)+'#13+
'Lr= '+FloatToStr(Lr)+'#13+
'Mr= '+FloatToStr(Mr)+'#13+
'Radius= '+FloatToStr(Radius)+'#13+
'Tplastn= '+FloatToStr(Tplastn)+'#13+
'Fi1r= '+IntToStr(Fi1r)+'#13+
'Fir= '+IntToStr(Fir)+'#13);}

{-----}
{$I-}
AssignFile(Fout,'instrum.rig');
Rewrite(Fout);
i := IOResult;
Writeln(Fout,T1[Form_4110_1.ListBox1.ItemIndex]);
Writeln(Fout,NazvaTehn);
{ діалог;          технологія }
Writeln(Fout,GostR);

```

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

// ShowMessage('Gost = '+ Gostr);
Writeln(Fout,Shifr_R); Writeln(Fout,Hr);
{ висота }
Writeln(Fout,Br); Writeln(Fout,Lr);
{ ширина; довжина }
Writeln(Fout,Mr); Writeln(Fout,Radius);
{ відігнутість; радіус }
Writeln(Fout,Tplastn); Writeln(Fout,Fir);
// ShowMessage('s.837; t= '+FloatToStr(Tplastn));
{ товщина пластинки; головний кут в плані }
Writeln(Fout,Fi1r);
if Form_4110_1.ListBox1.ItemIndex<7 then

Writeln(Fout,Form_4110_1.ListBox3.Items[Form_4110_1.ListBox3.ItemIndex])
else Writeln(Fout,'P6M5');
{ допоміжний кут в плані; марка інстр.матер }
Writeln(Fout,T3[v3]); Writeln(Fout,T5[v5]);
{ Без корки/З коркою; З охолоджен./Без охол. }
Writeln(Fout,T6[Form_4110_1.ListBox4.ItemIndex+1]);
Writeln(Fout,Form_4110_1.ComboBox1.Text);
{ в патроні... ; стійкість }
Writeln(Fout,Tab_K_vi[Form_4110_1.ListBox3.ItemIndex]); { Kvi }
Writeln(Fout,Form_4110_1.Edit1.Text); // Rozmir
Writeln(Fout,Form_4110_1.Edit3.Text); // Dzag
Writeln(Fout,Form_4110_1.Edit4.Text); // L
Writeln(Fout,Form_4110_1.ComboBox4.Text); // Ra
Writeln(Fout,Form_4110_1.Edit6.Text); // Konsol
CloseFile(Fout);
{$I+} // ShowMessage('s.812 Start_End');
End; // Start

```

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

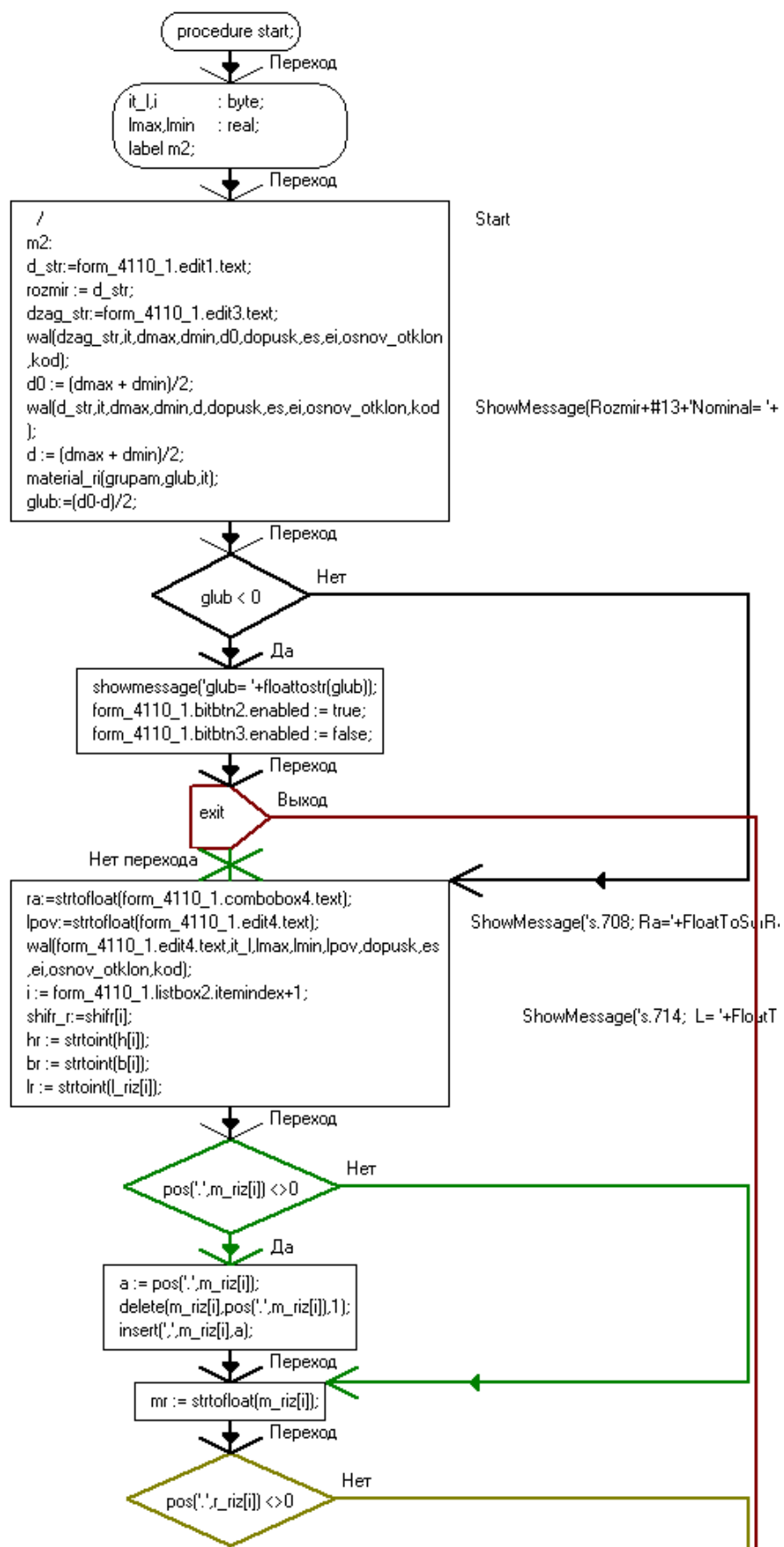


Рис. 2.5. Блок-схема процедуры Start (початок)

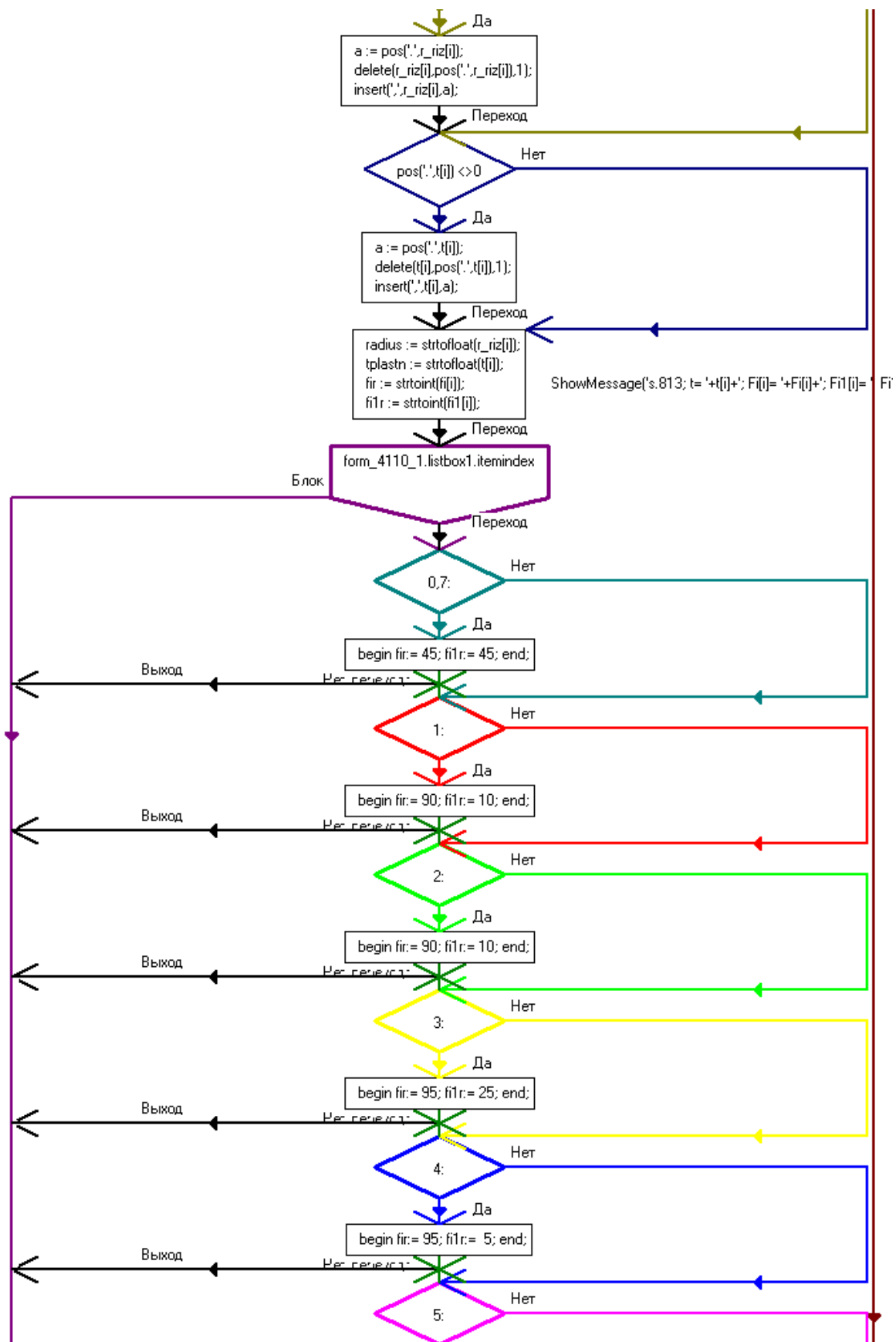


Рис. 2.5. Блок-схема процедуры Start (продовження)

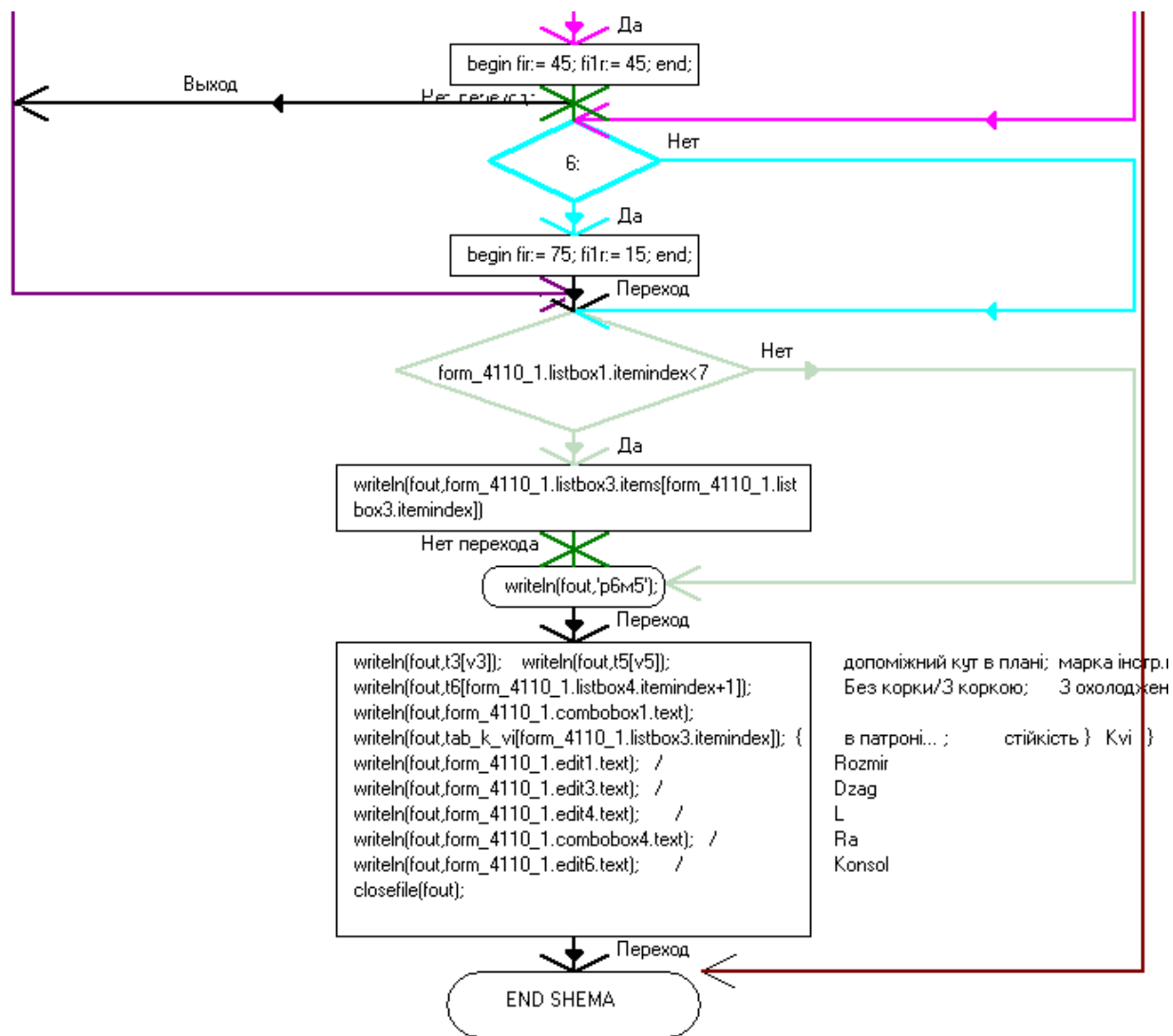


Рис. 2.5. Блок-схема процедури Start (завершення)

2.1.2. ПроцедураWrite

Лістинг 2. (процедураWrite)

```
begin
  Vopros := 3;
  Memo1.Visible := True;
  Finish;
  case IT of
    5 : Etap:=11;
    6..9 : Etap:=8;
    10..13 : Etap:=4;
    14..17 : Etap:=2; end;{case}
    if Ra>= 5 then begin Etap2:= 2; Goto MM; end;
    if Ra>=2.5 then begin Etap2:= 4; Goto MM; end;
    if Ra>=0.63 then begin Etap2:= 8; Goto MM; end;
    if Ra>=0.2 then begin Etap2:= 11; Goto MM; end;
    if Ra>=0.05 then begin Etap2:= 13; Goto MM; end;
    ShowMessage('Задані некоректні розміри!'+#13+
      'IT= '+FloatToStr(IT)+
      ' Ra= '+FloatToStr(Ra)+#13+
      'Rozmir= '+Rozmir+#13+
      ' L= '+FloatToStr(L));
    Halt;
  MM: if Etap2>Etap then Etap:=Etap2;
    ComboBox1.Text:=dot(ComboBox1.Text);
    AssignFile(Fout1,'CNC_Turning.txt');
    {$I-}
    Reset(Fout1);
    i := IOResult;
    // ShowMessage('s.1404; IntToSt= '+IntToStr(IOResult));
    {$I+}
```

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

if I = 0 then Append(Fout1) else begin
// ShowMessage('s.1407; Файл CNC.txt відсутній');
// Turning, Milling, Drilling
AssignFile(Fout1,'CNC_Turning.txt');
{$I-}
ReWrite(Fout1); end;

case Etap of
2 : if Mova = 'Uk' then Nazva := ' E2; чорнове точіння'
      else Nazva := ' E2; черновое точение';
4 : if Mova = 'Uk' then Nazva := ' E4; напівчисте точіння'
      else Nazva := ' E4; получистовое точение';
6 : if Mova = 'Uk' then Nazva := ' E6; напівчисте точіння'
      else Nazva := ' E6; получистовое точение';
8 : if Mova = 'Uk' then Nazva := ' E8; чистове точіння'
      else Nazva := ' E8; чистовое точение';
11 : if Mova = 'Uk' then Nazva := ' E11; прецезійне точіння'
      else Nazva := ' E11; прецезионное точение';
13 : if Mova = 'Uk' then Nazva := ' E13; викінчувальне точіння'
      else Nazva := ' E13; получистовое точение'; end;
WriteLn(Fout1,(' '+Nazva+'; ф'+Edit1.text+'; L= '+ Edit4.text+'; Ra= '+
      ComboBox4.text+'; t= '+FloatToStrF(Glub,FFFixed,8,3)+'мм ));
//ShowMessage('s.1451; '+Mova);

if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( Початок програми)'
      else Nazva := ' ( Начало программы)';

WriteLn(Fout1,'%'+ Nazva);

if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( буква О та до 5-ти цифр номера програми)'
      else Nazva := ' ( буква О и до 5-ти цифр номера программы)';

WriteLn(Fout1,'O12345'+ Nazva);

case Etap of
2 : begin if Mova = 'Uk' then

```

					Арк.
					41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

```

Nazva := ' (заміна інструмента на № 1)'
else Nazva := ' (замена инструмента на № 1)'; end;
4,6 : begin if Mova = 'Uk' then
Nazva := ' (заміна інструмента на № 2)'
else Nazva := ' (замена инструмента на № 2)'; end;
8 : begin if Mova = 'Uk' then
Nazva := ' (заміна інструмента на № 3)'
else Nazva := ' (замена инструмента на № 3)'; end;
11 : begin if Mova = 'Uk' then
Nazva := ' (заміна інструмента на № 4)'
else Nazva := ' (замена инструмента на № 4)'; end;
13 : begin if Mova = 'Uk' then
Nazva := ' (заміна інструмента на № 5)'
else Nazva := ' (замена инструмента на № 5)'; end; end;
Nazva := 'T1 M06 ' + Nazva;
WriteLn(Fout1,Nazva);
Wal(Dzag_Str,IT,Dmax,Dmin,D0,Dopusk,Es,Ei,Osnov_Otklon,Kod);
X1 := Dot(FloatToStr(Dmax/2 + 0.5));
Z1 := Dot(FloatToStrF(StrToFloat(Edit6.Text)+0.5,FFFixed,8,3)); //
FloatToStrF(Sr,FFFixed,8,3)
Wal(Edit1.Text,IT,Dmax,Dmin,D0,Dopusk,Es,Ei,Osnov_Otklon,Kod);
X2 := Dot(FloatToStr(Dmax/4+Dmin/4)); // FloatToStrF(Sr,FFFixed,8,3)
// ShowMessage('s.1493; X2= '+X2+ 'Edit1= '+Edit1.Text);
Z2 := Z1; X3 := X2;
Z3 := Dot(FloatToStr(StrToFloat(Edit6.Text) - StrToFloat(Edit4.Text))); //
FloatToStrF(Sr,FFFixed,8,3)
//ShowMessage('s.1483; Z3= '+Z3+#13+Edit6.Text+#13+Edit4.Text);
X4 := X1; Z4 := Z3; X5 := X1; Z5 := Z1;
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( прискорене переміщення в точку 1)'
else Nazva := ' ( ускоренное перемещение в точку 1)';

```

					Арк.
					42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

```

WriteLn(Fout1,'G00 X'+X1 + ' Z'+Z1 + Nazva);
Nazva := 'S'+Dot(FloatToStrF(Obert_I,FFFixed,8,3)+
' F'+FloatToStrF(Sr,FFFixed,8,3)+ ' M03 ');
if Mova = 'Uk' then Nazva := Nazva+' (S - оберти (за год. стріл.), F -
подача)'
else Nazva := Nazva+' (S - обороты (по час. стр.), F - подача)';
WriteLn(Fout1,Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( перехід на робочій подачі в точку 2)'
else Nazva := ' ( переход на рабочей подаче в точку 2)';
WriteLn(Fout1,'G01 X'+X2 + Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( перехід на робочій подачі в точку 3)'
else Nazva := ' ( переход на рабочей подаче в точку 3)';
WriteLn(Fout1,'G01 Z'+Z3 + Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( підрізання торця на робочій подачі до
точки 4)'
else Nazva := ' ( подрезание торца на рабочей подаче до точки
4)';
WriteLn(Fout1,'G01 X'+X4 + Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( прискорене повернення в точку 1)'
else Nazva := ' ( ускоренный возврат в точку 1)';
WriteLn(Fout1,'G00 X'+X1 + ' Z'+Z1 + Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( виключення шпинделя)'
else Nazva := ' ( выключение шпинделя)';
WriteLn(Fout1,'M05 ' + Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' ( кінець програми)'
else Nazva := ' ( конец программы)';
WriteLn(Fout1,'(M30 ' + Nazva);
if Mova = 'Uk' then Nazva := ' (закінчення файла програми)'
else Nazva := ' (окончание файла программы)';
WriteLn(Fout1,'(%'+ Nazva );

```

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

CloseFile(Fout1);
Button1.Enabled := False;
BitBtn1.SetFocus;
ListBox4.OnClick(Sender);
RadioButton1.Visible := True; // Analiz
Cina_Instr := StrToFloat(Cina[ListBox2.ItemIndex+1]);
if Pos('EUR', Kurs[ListBox2.ItemIndex+1]) <> 0 then Cina_Instr :=
Cina_Instr*EUR;
if Pos('USA', Kurs[ListBox2.ItemIndex+1]) <> 0 then Cina_Instr :=
Cina_Instr*USA;
if Pos('RUB', Kurs[ListBox2.ItemIndex+1]) <> 0 then Cina_Instr :=
Cina_Instr*RUB;
Print_Str('Ci = '+FloatToStr(Cina_Instr)+' грн',330,330,14,1);
// ShowMessage('s.1653 t= '
+t[ListBox2.ItemIndex]+IntToStr(ListBox2.ItemIndex));
case ListBox1.ItemIndex of
0 : kpe := 0.5 * StrToFloat(t[ListBox2.ItemIndex+1])/0.25; // Kilkist
Peretothok
1,2,7 : kpe := 0.5 * StrToFloat(t[ListBox2.ItemIndex+1])/0.25; // Kilkist
Peretothok
3 : kpe := 3;
4,5,6 : kpe := 4; end; // case
Zarplata := StrToFloat(Edit7.text); Prystrij := StrToFloat(Edit8.text);
if Vartist>0 then Sobivartist(Zarplata,Prystrij,
Vartist,Wst,Cina_Instr,kpe,Tosn,W,Stojkost,Sobivartist_P);
Stroka4 := Stroka4 + ' '; C = '+FloatToStrF(Sobivartist_P,FFFixed,12,2)+' грн ''';
// ShowMessage('s.1666; '+FloatToStrF(Sobivartist_P,FFFixed,12,2));
Form_4110_1.Memo1.Lines.Add(Stroka4);
AssignFile(Fout,'TEXT.txt');
{$I-}

```

```

Reset(Fout);
i := IOResult;
// ShowMessage('s.1419; IntToSt= '+IntToStr(IOResult));
// Stroka4 := Stroka4 + '; C= '+FloatToStrF(Sobivartist_P,FFixed,12,2)+' грн
"";
if I = 0 then Append(Fout) else begin ShowMessage('s.1420; Файл Text.txt
відсутній');
ReWrite(Fout); end;
WriteLn(Fout,'* Etap= E',IntToStr(Etap)+'; Stijk = ' +FloatToStr(Stojkost)+'
хв'+
        ', '+#9+' Поверхня № '+ IntToStr(Poverhnia));
writeln(Fout,Stroka1);
writeln(Fout,Stroka2);
writeln(Fout,Stroka3);
WriteLn(Fout,Stroka4);
CloseFile(Fout);
{$I+} end; // Write

```

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

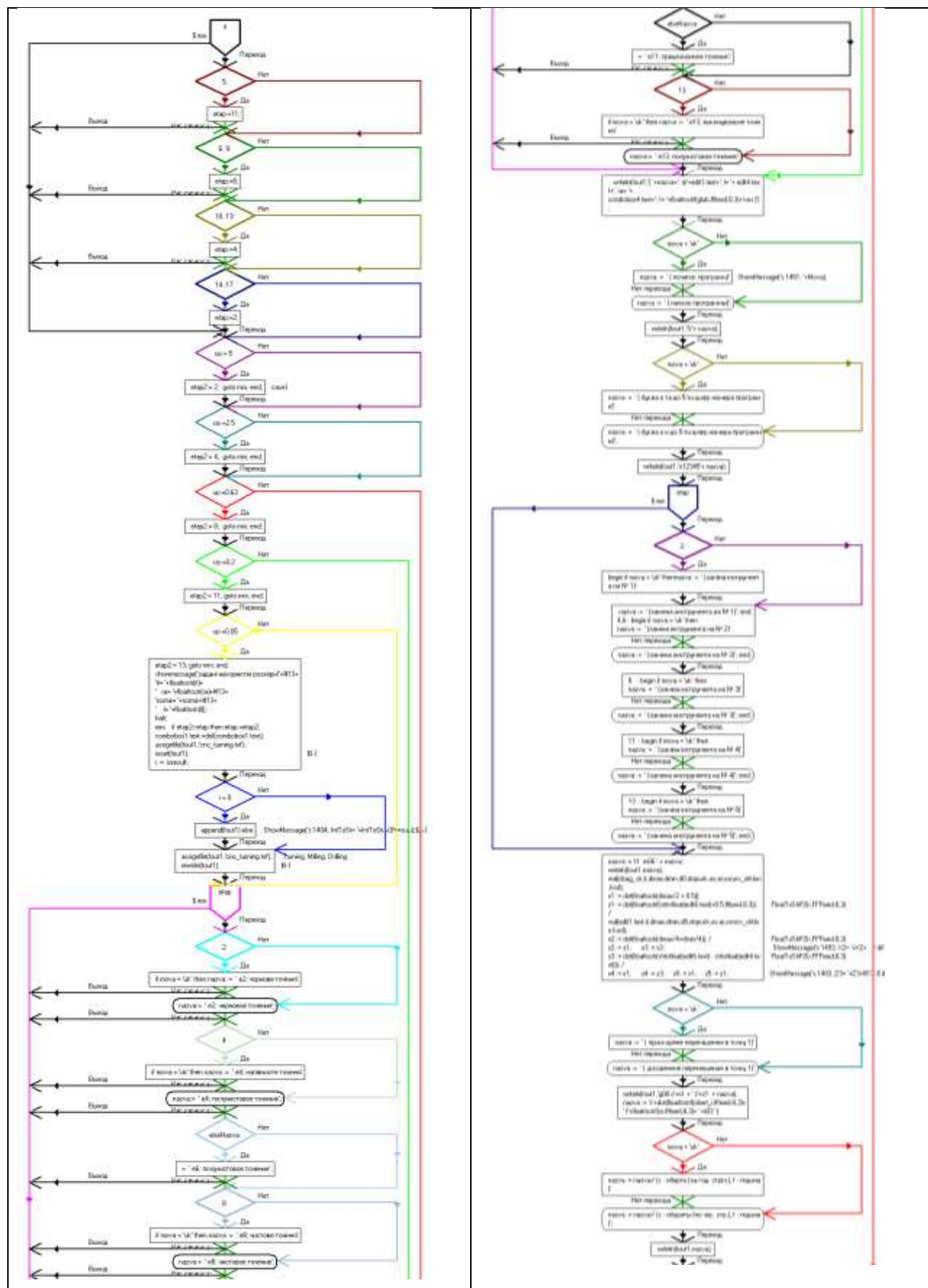


Рис. 2.6. Блок-схема процедури Start (початок)

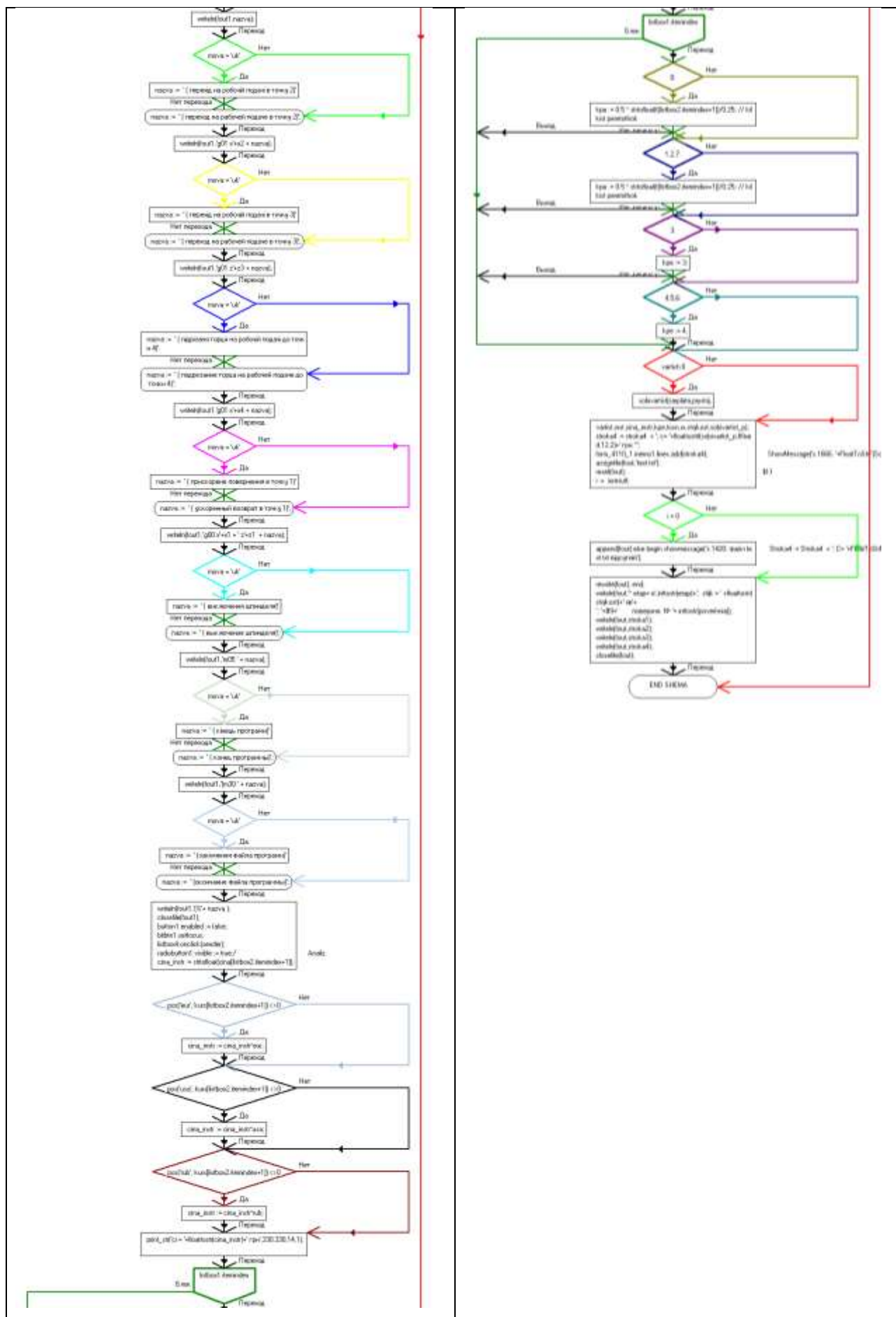


Рис. 2.6. Блок-схема процедуры Start (завершения)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.1.3. Процедура Podatha

Лістинг 3. (процедура Podatha)

```
Procedure Podatha;
Begin // Podatha
// ----- Соголасовано -----
  r := 1;
  P4110_1_S(a);
  i := 0;
  while (Sr > StrToFloat(Form_4110_1.Combo_S.Items[i])) and
    (i < 21) do i := i + 1;
  Form_4110_1.Label3.Caption := 'Подача ' + FloatToStrF(Sr, FFFixed, 8, 3);
  if i > 0 then Form_4110_1.Combo_S.ItemIndex := i - 1 else
    Form_4110_1.Combo_S.ItemIndex := i;
  // Form_4110_1.Combo_S.Text := Form_4110_1.Combo_S.Items[i];
  // ShowMessage('s.827 ' +
  Form_4110_1_2.Combo_S.Items[i] + #13 + FloatToStrF(Sr, FFFixed, 8, 3));
  {$I-}
  AssignFile(Finp, 'Oper.txt');
  Reset(Finp); {$I+}
  Readln(Finp, Oper_Str);
  // ShowMessage('s.894; ' + Oper_Str);
  CloseFile(Finp);
  if Oper_Str = '4601' then Form_4110_1.Combo_S.Text :=
  FloatToStr(Sr); // FloatToStrF(Sr, FFFixed, 8, 3)

  S_Str := Form_4110_1.Combo_S.Text;
  if Pos('.', S_Str) <> 0 then S_Str[Pos('.', S_Str)] := ',';
  Sr := StrToFloat(S_Str);
  Spid_V0;
  K_Kvt;
```

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		


```

// K_Kvi;
Kvi := 1;
Kvi := Tab_K_vi[Form_4110_1.ListBox3.ItemIndex];
//ShowMessage('s.797;
'+IntToStr(Stadija)+#13+Form_4110_1.ListBox3.Items[Form_4110_1.ListBox3.
ItemIndex]);
// if Kod=1 then Goto E;
if r=1 then begin
    str(Kvg:1:2,Stroka);
    Print_Str('Kv_gr.obr.= '+Stroka,20,355,0,14); end;
K_Kvp;
Kmin:=Kvm; Nazva:='Kvm';
if Kvt<Kmin then begin Kmin:=Kvt; Nazva:='Kvt'; end;
if KvFi<Kmin then begin Kmin:=KvFi; Nazva:='KvFi'; end;
if Kvp<Kmin then begin Kmin:=Kvp; Nazva:='Kvp'; end;
if Kvj<Kmin then begin Kmin:=Kvj; Nazva:='Kvj'; end;
if Kvi<Kmin then begin Kmin:=Kvi; Nazva:='Kvi'; end;
    str(Kmin:2:3,Stroka);
// ShowMessage(IntToStr(ClientHeight)+#13+IntToStr(ClientWidth));
Ymax := Form_4110_1.ClientHeight;
Print_Str('Kv min-> '+Nazva+'='+Stroka,20,370,0,11);
V:=V0*Kvm*Kvg*Kvi*Kvt*Kvj*Kvfi*Kvp;
{ ShowMessage('s.854; V= '+FloatToStr(V)+#13+'V0= '+FloatToStr(V0)+#13+
'Kvm= '+FloatToStr(Kvm)+#13+'Kvg= '+FloatToStr(Kvg)+#13+
'Kvi= '+FloatToStr(Kvi)+#13+'Kvt= '+FloatToStr(Kvt)+#13+
'Kvj= '+FloatToStr(Kvj)+#13+'Kvfi= '+FloatToStr(Kvfi)+#13+
'Kvp= '+FloatToStr(Kvp)); }
Print_Str('V0= '+FloatToStrF(V0,FFFfixed,4,0)+' м/мин',20,385,0,11);
str(V:3:1,Stroka);
Print_Str('Vрасч.= '+Stroka+' м/мин',120,385,0,11);

```

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Obert;
{ ShowMessage('s. 890; Obert_HV='+IntToStr(Obert_HV)+#13+
  'Obert_I='+IntToStr(Obert_I)+#13+
  'Stadija='+IntToStr(Stadija)+#13+
  'Ra='+FloatToStr(Ra));}
{if Stadija<3 then}
// ShowMessage('s.919; Stadija= '+IntToStr(Stadija));
W := 0; Potugnist_2;
End; // Podatha

```

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

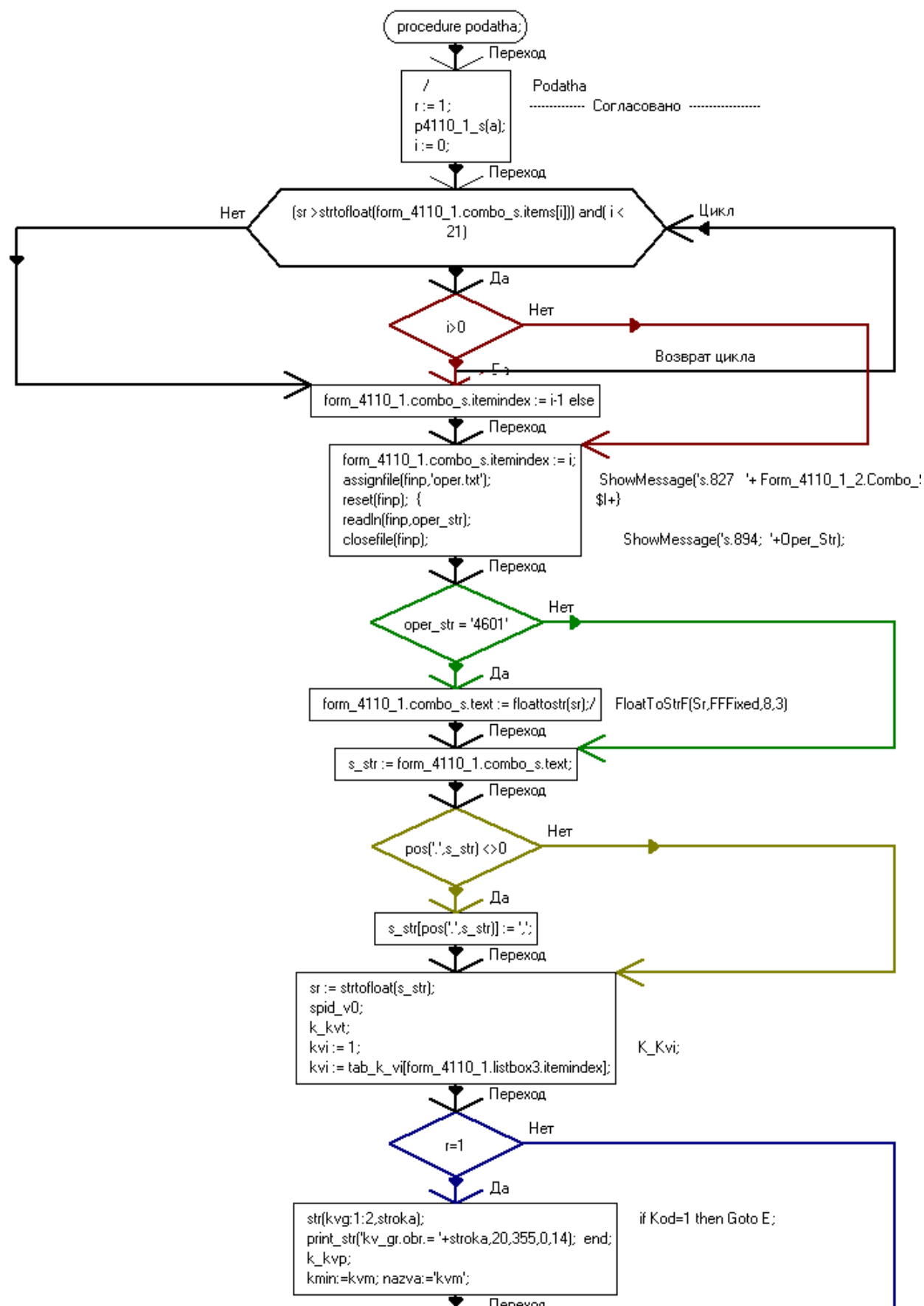


Рис. 2.7 Блок-схема процедуры Podatha (початок)

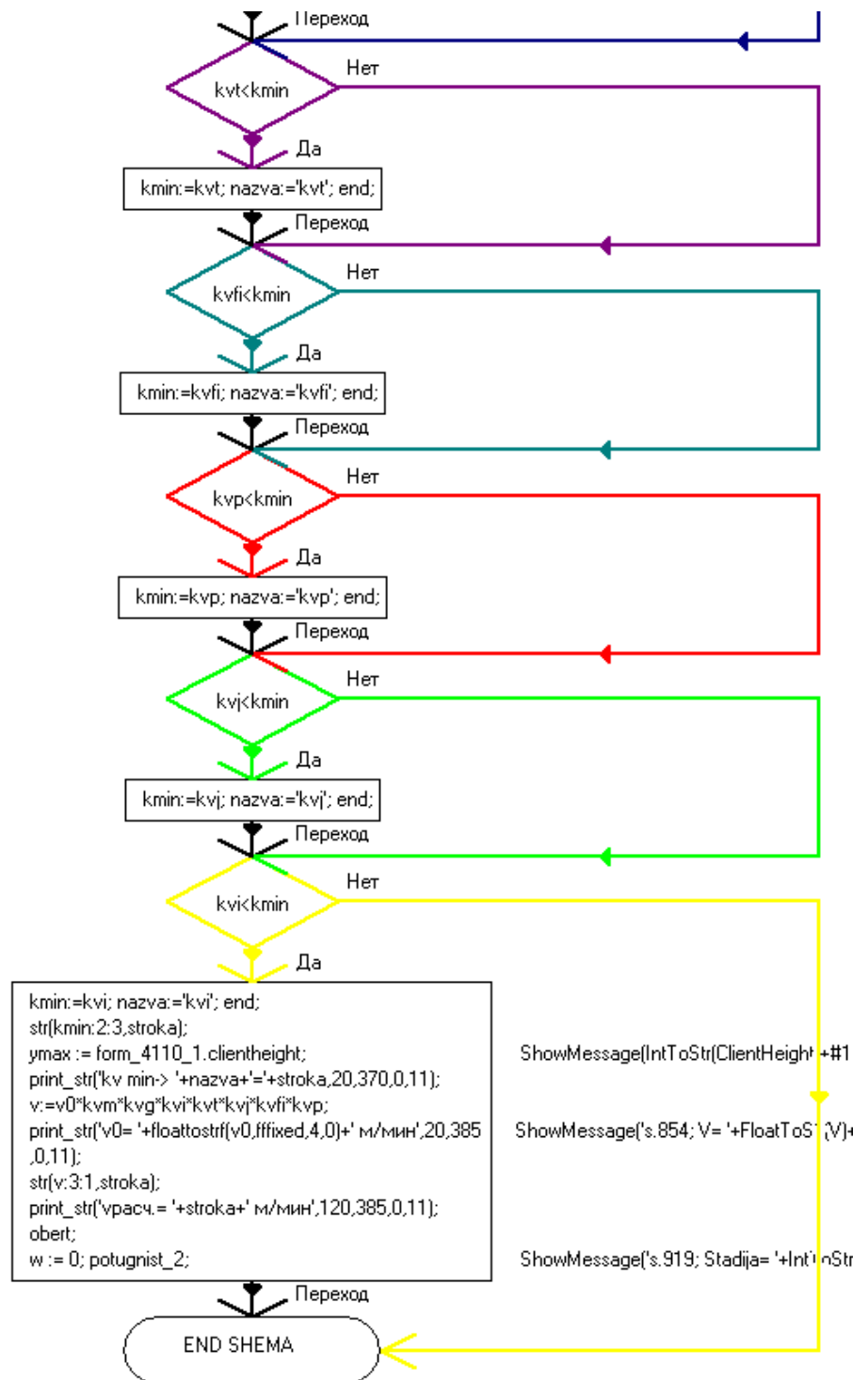


Рис. 2.7 Блок-схема процедуры Podatha (завершения)

Глава 3. Дослідження впливу діаметру фрези, стікості, матеріалу фрези при чорновому фрезеруванні сталей на економічні показники переходу



Рис.3.1. Скріншот головного меню програми

Выбор станка

Esc

Багатоцільовий верстат

Листов 4 Лист 1

Меню моделей станков

HAAS_EC-300 HAAS_EC-400 HAAS_EC-500 HAAS_EC-1600

	HAAS_EC-300	HAAS_EC-400	HAAS_EC-500	HAAS_EC-1600
Наиб.масса обр.заготовки кг.	100	180	1814	300
Ширина стола	300	400	500	1600
Длина стола	300	400	500	1600
Перемещение по оси X	508	508	813	1626
Перемещение по оси Y	457	508	508	1016
Перемещение по оси Z	356	508	711	813
Наиб.ход шпинделя	508	836	762	605
Конус отв.шпинд.	40	40	40	50
Вместим.инстр.магазина	24	20	20	20
Макс. вес инструмента	5	5.4	5	5.4
Макс. диаметр инструмента	50	89	76	76
Мин. частота вращ.шпинд.об/мин	0.1	0.1	0.1	0.1
Макс.частота вращ.шпинд.об/мин	10000	8100	8100	8100
Мин.раб.подача мм/мин	0.1	0.1	0.1	0.1
Макс.продольная и поперечная	300	300	300	12.7
Наиб.сила подачи стола.мм	4000	4000	4000	4000
Время смены инструмента,с	2.8	2.8	2.8	2.8
Мощность э.двигателя.квт	20	20	22.4	22.4
Масса,кг	7000	6623	12701	10365
Крутящий момент, грм	8000	8000	8000	8000

Рис.3.2. Скріншот при виборі моделі верстата

Для виявлення залежності продуктивності та собівартості фрезерування від заданої стійкості фрези використовувався інтерактивний модуль “P4160-2” комбінованої системи автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки “Sapir_2017”. Модуль, при заданих розмірних та якісних характеристиках переходу, забезпечує інтерактивний вибір фрези, призначення режимів обробки в широкому діапазоні варіантів впливових факторів. Інтерактивне проектування фрезерування в “Sapir_2017” загальний вигляд головного меню рис. 1. виконується в три фази [7]. Перша фаза проектування забезпечує формування інформаційної моделі переходу (розмірні та якісні характеристики переходу і специфічні характеристики технологічної системи). Частина інформаційної моделі переходу формується до проектування переходу. Так матеріал деталі з його характеристиками задається на початку проектування самого технологічного процесу. Модель верстата з його параметрами вибирається на початку проектування операції. Необхідно ввести значення : розміру обробки з вимогами точності, розміру заготовки, довжини поверхні, параметру Ra. Також необхідно вибрати, із трьох наявних варіантів, схему закріплення заготовки. Вибрати із меню **(8 – м варіантів) конструкцію різця** та його типорозмір (10 – 12 варіантів залежно від конструкції). Треба також позначити застосування чи не застосування охолодження, наявність чи відсутність корки на поверхні заготовки. Завершується перша фаза проектування натиском клавіші **Ok** .В другій фазі необхідно вибрати із відповідних меню типорозмір різця та матеріал ріжучої частини різця також необхідно призначити (із випадального меню) бажану стійкість фрези. Автоматично пропонується нормативне значення. Завершується друга фаза проектування натиском клавіші **Start** . В третій фазі проектування на екрані розміщуються розрахункові параметри режимів різання та розміщуються випадальні меню значень подачі та частоти обертання шпинделя. Необхідно вибрати бажані значення подачі та обертів і натиснути клавішу **Write** . Результат проектування виводиться на панель екрану та автоматично додається до файлу **Text.txt**, де зберігається робочий варіант технологічного процесу.

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаються також витрати часу, витрати енергії та собівартість переходу. Складові розрахунків режимів різання та собівартості виводяться на екран для ознайомлення. Також формується ізберігається у відповідному файлі набір G – кодів для виконання перехлду на верстаті з ЧПУ.

В процесі дослідження виконувалось моделювання фрезерування отвору діаметр 100H14 на верстаті HAAS 300 з вимогами до шорсткості Ra3,2 мкм. Вартість верстата по курсу НБУ складає 2893506,75 грн. Матеріал деталі – Сталь 45. Глибина різання дорівнювала 5 мм. Використовувалась кінцева фреза насадна коронка з твердосплавною частиною різання T5K10. Вартість пристрою 2500 грн. Було виконано 9-ть варіантів виконання переходу при значеннях «стійкості» фрези - 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120 та 240 хв. На Рис. 1, для прикладу, наведено копію екрана при завершенні моделювання точіння зі стійкістю фрези 30 хв. А на Рис.2 копію повідомлення про складові собівартості цього ж переходу.

Далі подано лістинг опису операції і всіх 9-ти переходів. На Рис. 3. Наведена діаграма залежностей собівартості переходу та основної складової норми часу та складових собівартості - витрат на зарплату, на ріжучий інструмент, амортизацію, електроенергію від заданої стійкості фрези. На Рис. 4 - складові собівартості та їх співвідношення при заданій стійкості фрези 30 хв. На Рис 5 подана діаграма залежностей собівартості переходу, основної складової норми часу, швидкості та потужності різання від заданої стійкості.

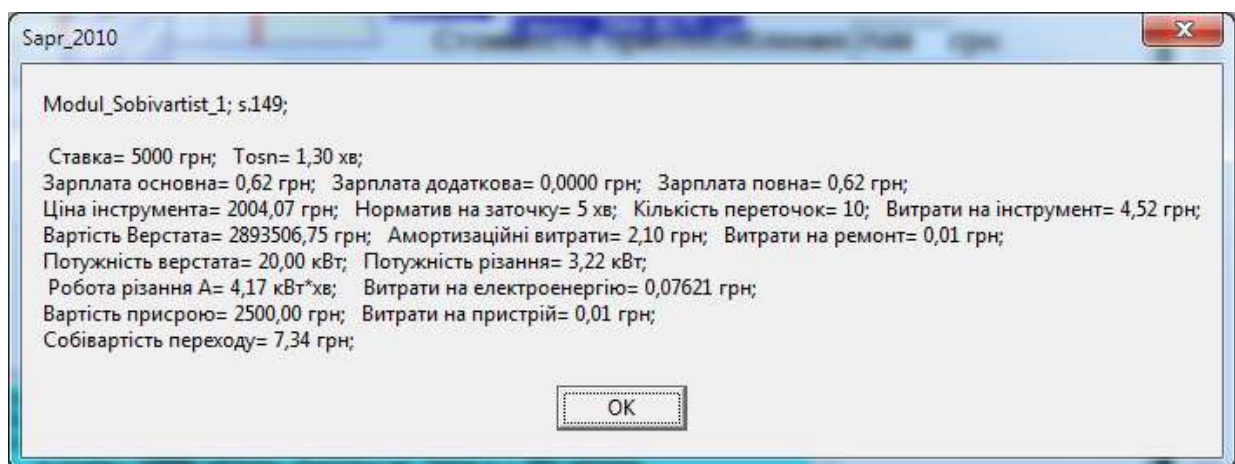


Рис. 3.3 Скріншот повідомлення «Структура собівартості (фреза ф30 мм)»

					Арк.
					55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

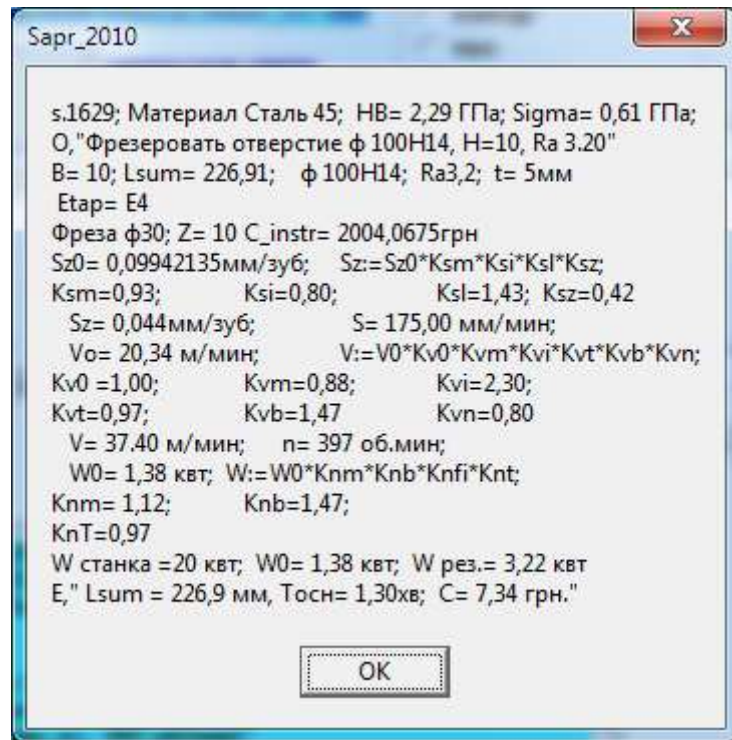


Рис. 3.4 Скріншот повідомлення з інформацією про режими різання (фреза ф30 мм)

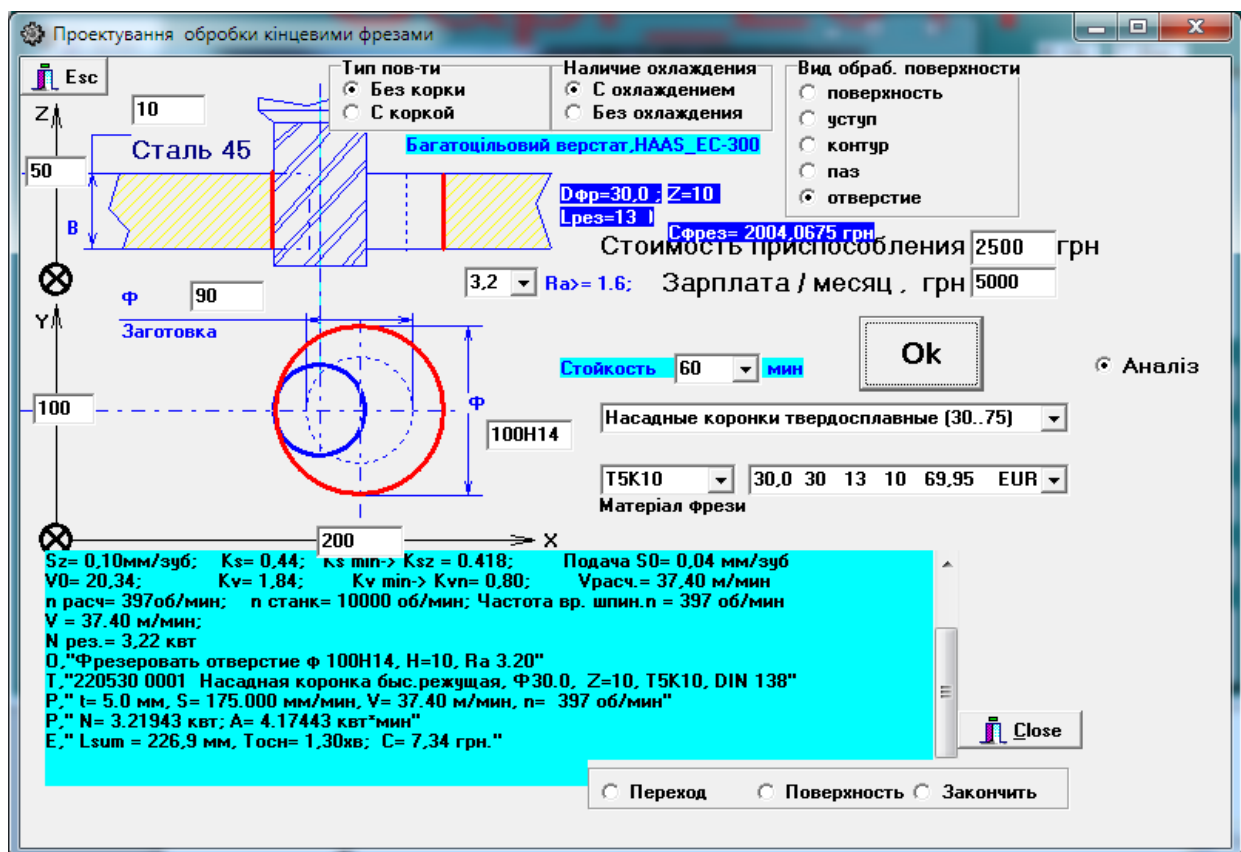


Рис. Скріншот при завершенні проектування переходу (фреза ф30 мм)

3.1 Дослідження впливу діаметра фрези

					Арк.
					56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для виконання дослідження вибираємо 7 діаметрів фрези. (з розмірами 30, 35, 40, 50, 60, 75 мм.), встановлюємо стійкість 30 хв, інструментальним матеріалом вибираємо пластину T5K10. Відслідковуємо в процесі як змінюється основний час, собівартість, ціна інструмента, подача, швидкість. Отримуємо наступний результат:

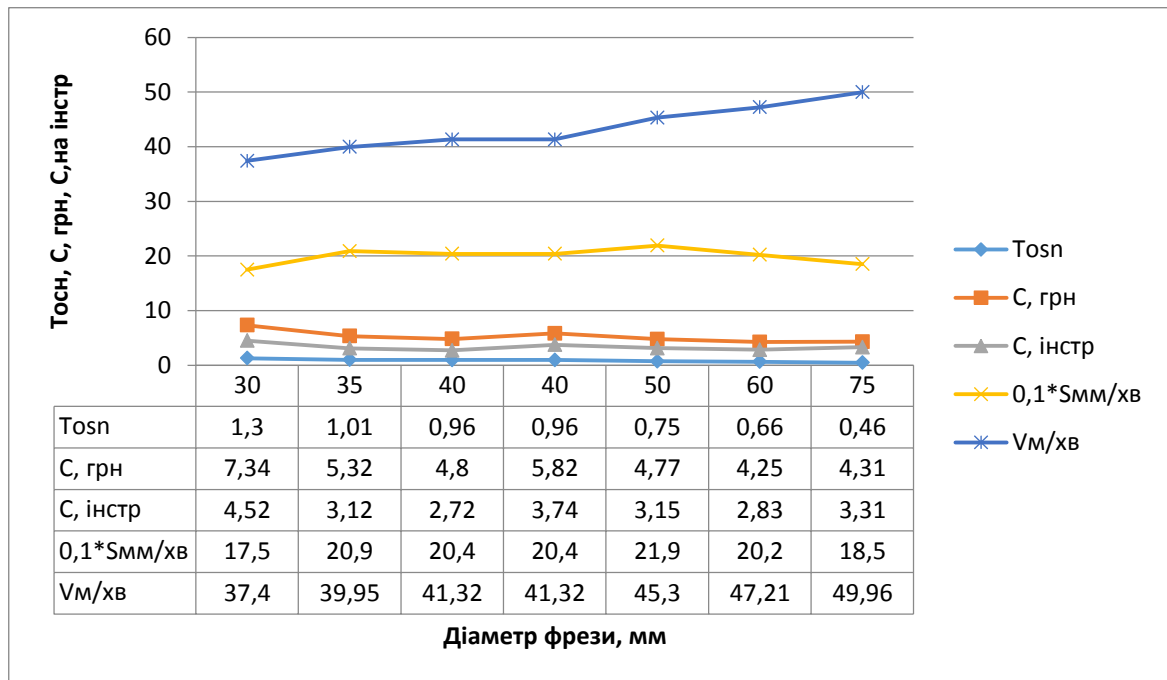


Рис. 3.5 Вплив діаметра фрези

Виконавши дослідження ми бачимо рис. 3.5 найкращі показники будуть при діаметрі фрези 75 мм.

Лістинг файлу Text.txt

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0001 Насадная коронка быс.режущая, Ф30.0, Z=10, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 76.000 мм/мин, V= 16.26 м/мин, n= 173 об/мин"

Р," N= 1.39975 кВт; A= 4.17921 кВт*мин"

E," Lsum = 226,9 мм, Точн= 2,99хв; C= 17,11 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0002 Насадная коронка быс.режущая, Ф35.0, Z=12, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 91.000 мм/мин, V= 17.37 м/мин, n= 158 об/мин"

P," N= 1.51838 кВт; A= 3.52403 кВт*мин"

E," Lsum = 211,2 мм, Точн= 2,32хв; C= 12,36 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0003 Насадная коронка быс.режущая, Ф40.0, Z=14, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 89.000 мм/мин, V= 17.97 м/мин, n= 143 об/мин"

P," N= 1.57076 кВт; A= 3.45029 кВт*мин"

E," Lsum = 195,5 мм, Точн= 2,20хв; C= 11,14 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0004 Насадная коронка быс.режущая, Ф40.0, Z=14, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 89.000 мм/мин, V= 17.97 м/мин, n= 143 об/мин"

P," N= 1.57076 кВт; A= 3.45029 кВт*мин"

E," Lsum = 195,5 мм, Точн= 2,20хв; C= 13,48 грн."

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0005 Насадная коронка быс.режущая, Ф50.0, Z=16, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 95.000 мм/мин, V= 19.70 м/мин, n= 125 об/мин"

Р," N= 1.91733 кВт; A= 3.31153 кВт*мин"

Е," Lsum = 164,1 мм, Точн= 1,73хв; C= 11,08 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"

Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_ЕС-300"

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0001 Насадная коронка быс.режущая, Ф30.0, Z=10, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 76.000 мм/мин, V= 16.26 м/мин, n= 173 об/мин"

Р," N= 1.39975 кВт; A= 4.17921 кВт*мин"

Е," Lsum = 226,9 мм, Точн= 2,99хв; C= 17,11 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0002 Насадная коронка быс.режущая, Ф35.0, Z=12, T5K10, DIN 138"

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P," t= 5.0 мм, S= 91.000 мм/мин, V= 17.37 м/мин, n= 158 об/мин"

P," N= 1.51838 кВт; A= 3.52403 кВт*мин"

E," Lsum = 211,2 мм, Точн= 2,32хв; C= 12,36 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0003 Насадная коронка быс.режущая, Ф40.0, Z=14, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 89.000 мм/мин, V= 17.97 м/мин, n= 143 об/мин"

P," N= 1.57076 кВт; A= 3.45029 кВт*мин"

E," Lsum = 195,5 мм, Точн= 2,20хв; C= 11,14 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0004 Насадная коронка быс.режущая, Ф40.0, Z=14, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 89.000 мм/мин, V= 17.97 м/мин, n= 143 об/мин"

P," N= 1.57076 кВт; A= 3.45029 кВт*мин"

E," Lsum = 195,5 мм, Точн= 2,20хв; C= 13,48 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0005 Насадная коронка быс.режущая, Ф50.0, Z=16, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 95.000 мм/мин, V= 19.70 м/мин, n= 125 об/мин"

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P," N= 1.91733 кВт; A= 3.31153 кВт*мин"

E," Lsum = 164,1 мм, Тосн= 1,73хв; C= 11,08 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0006 Насадная коронка быс.режущая, Ф60.0, Z=20, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 88.000 мм/мин, V= 20.53 м/мин, n= 109 об/мин"

P," N= 2.52923 кВт; A= 3.81292 кВт*мин"

E," Lsum = 132,7 мм, Тосн= 1,51хв; C= 9,80 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 80.000 мм/мин, V= 21.72 м/мин, n= 92 об/мин"

P," N= 2.67672 кВт; A= 2.86208 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 1,07хв; C= 9,99 грн."

Лістинг файлу Sobivartist.txt

Freza ф30.0 Z= 10T5K10

Стійкість= 60,00 хв; Тосн= 2,99 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 1,43 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 1,43 грн;

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ціна інструмента= 2004,07 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 10;

Витрати на інструмент= 10,41 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 4,84 грн;

Витрати на ремонт= 0,02 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 1,40 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,40362 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 17,11 грн;

Freza ф35.0 Z= 12 T5K10

Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 2,32 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 1,11 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 1,11 грн;

Ціна інструмента= 2147,32 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 13;

Витрати на інструмент= 7,18 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 3,76 грн;

Витрати на ремонт= 0,02 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 1,52 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,28924 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 12,36 грн;

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Freza ф40.0 Z= 14T5K10

Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 2,20 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 1,05 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 1,05 грн;

Ціна інструмента= 1969,69 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 13;

Витрати на інструмент= 6,24 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 3,56 грн;

Витрати на ремонт= 0,02 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 1,57 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,26462 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 11,14 грн;

Freza ф40.0 Z= 14T5K10

Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 2,20 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 1,05 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 1,05 грн;

Ціна інструмента= 2720,32 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 13;

Витрати на інструмент= 8,58 грн;

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 3,56 грн;

Витрати на ремонт= 0,02 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 1,57 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,26462 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 13,48 грн;

Freza ф50.0 Z= 16T5K10

Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,73 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,82 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,82 грн;

Ціна інструмента= 3952,27 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 18;

Витрати на інструмент= 7,27 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,80 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 1,92 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,17046 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 11,08 грн;

Freza ф60.0 Z= 20T5K10

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,51 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,72 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,72 грн;

Ціна інструмента= 4923,50 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 6,50 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,44 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 2,53 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,11279 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 9,80 грн;

Freza ф75.0 Z= 22 T5K10

Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,07 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,51 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,51 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 7,66 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,73 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 2,68 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,07559 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 9,99 грн;

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Дослідження зміни стійкості фрези

Для виконання дослідження вибираємо 10 часових параметрів стійкості фрези при діаметрі 75мм. та не змінній подачі та іншим параметрам.(час змінювали в хвилинах 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240.), інструментальним матеріалом вибираємо пластину T5K10. Відслідковуємо в процесі як змінюється основний час, собівартість, ціна інструмента, амортизація. Отримуємо наступний результат:

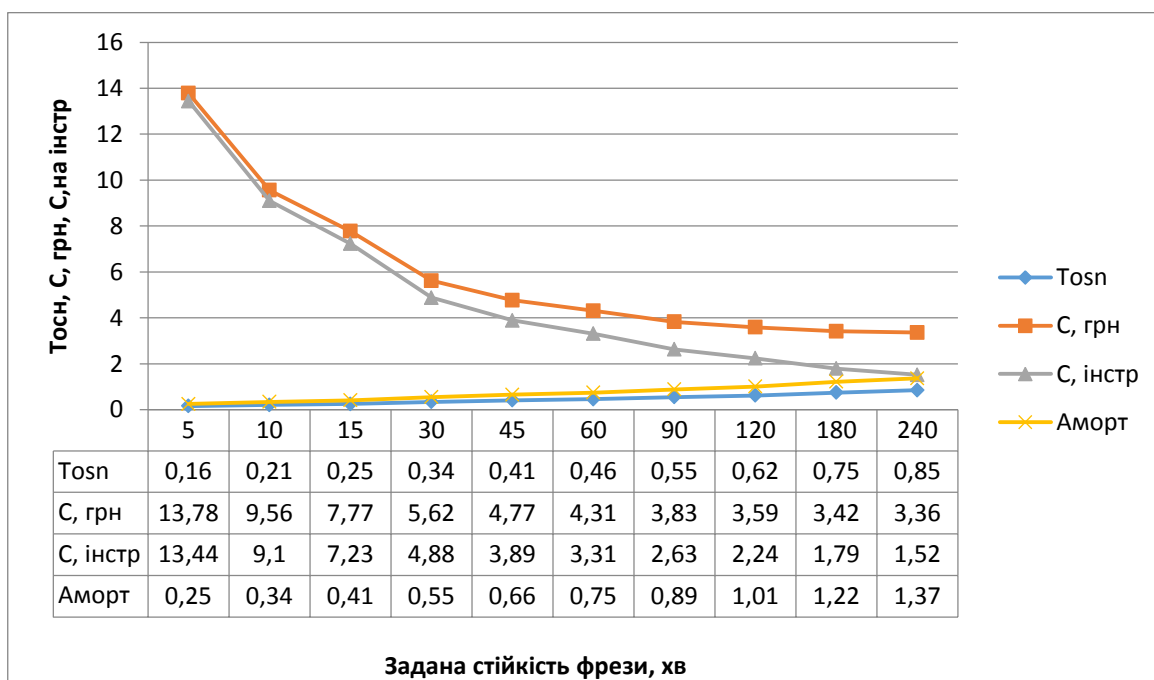


Рис . 3.6 Час гроші витрати на иструмент и на обладнання

Дослідивши зміну стійкості з графіка рис. 3.6 видно що на кращі показники будуть при 60 хв.

Лістинг файлу Text.txt

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"

Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_EC-300"

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138"

					Арк.
					67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

P," t= 5.0 мм, S= 185.000 мм/мин, V= 49.96 м/мин, n= 212 об/мин"

P," N= 6.15646 кВт; A= 2.84661 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 0,46хв; C= 4,31 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T15K6, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 225.000 мм/мин, V= 60.83 м/мин, n= 258 об/мин"

P," N= 7.49483 кВт; A= 2.84936 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 0,38хв; C= 3,54 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, BK6, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 217.000 мм/мин, V= 58.65 м/мин, n= 249 об/мин"

P," N= 7.22715 кВт; A= 2.84889 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 0,39хв; C= 3,67 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, BK6M, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 217.000 мм/мин, V= 58.65 м/мин, n= 249 об/мин"

P," N= 7.22715 кВт; A= 2.84889 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 0,39хв; C= 3,67 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, BK8, DIN 138"

P," t= 5.0 мм, S= 193.000 мм/мин, V= 52.14 м/мин, n= 221 об/мин"

P," N= 6.42414 кВт; A= 2.84725 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 0,44хв; C= 4,13 грн."

* Фрезеровать отверстие

O,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

T,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, P6M5, DIN 138"

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P," t= 5.0 мм, S= 100.000 мм/мин, V= 21.72 м/мин, n= 92 об/мин"

P," N= 2.67672 кВт; A= 2.28966 кВт*мин"

E," Lsum = 85,5 мм, Tосн= 0,86хв; C= 8,00 грн."

B,"4230 Програмна . ИОТ 68"

Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_ЕС-300"

Лістинг файлу Sobivartist.txt

Freza ф75.0; Z= 22; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,46 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,22 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,22 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 3,31 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,75 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 6,16 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,01421 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 4,31 грн;

Freza ф75.0; Z= 22; T15K6 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,38 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,18 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зарплата повна= 0,18 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 2,72 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,62 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 7,49 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,00960 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 3,54 грн;

Freza ф75.0; Z= 22; BK6 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,39 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,19 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,19 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 2,82 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,64 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 7,23 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,01032 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 3,67 грн;

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Freza ф75.0; Z= 22; BK6M Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,39 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,19 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,19 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 2,82 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,64 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 7,23 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,01032 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 3,67 грн;

Freza ф75.0; Z= 22; BK8 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,44 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,21 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,21 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 3,17 грн;

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,72 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 6,42 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,01305 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 4,13 грн;

Freza ф75.0; Z= 22; P6M5 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,86 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,41 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,41 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 6,12 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,39 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 2,68 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,06047 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 8,00 грн;

Висновки

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Дослідження зміни матеріалу фрези

Для виконання дослідження вибираємо 6 матеріалів при часі стійкості фрези 60 хв., діаметрі 75мм. та не змінній подачі та іншим параметрам.(вибрано було наступні марки матеріалів: T5K10, T15K6, BK6, BK6M, BK8, P6M5). Відслідковуємо в процесі як змінюється основний час, собівартість, ціна інструмента, амортизація. Отримуємо наступний результат:

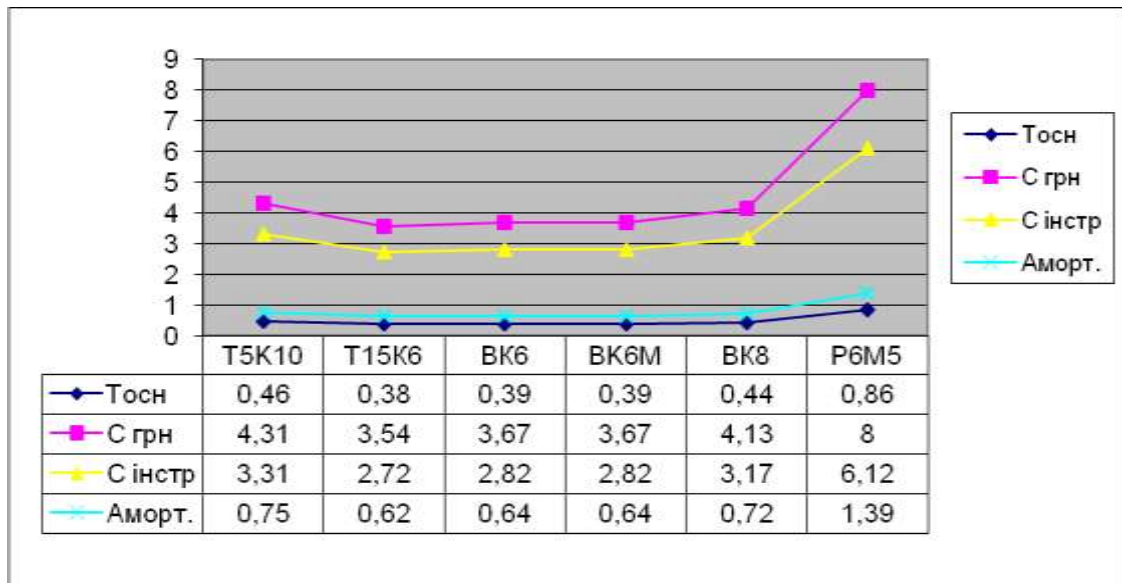


Рис. 3.7 Вплив заданої стійкості фрези

В результаті проведених досліджень можемо зробити висновок, що найбільш оптимальною маркую сплаву буде T15K6

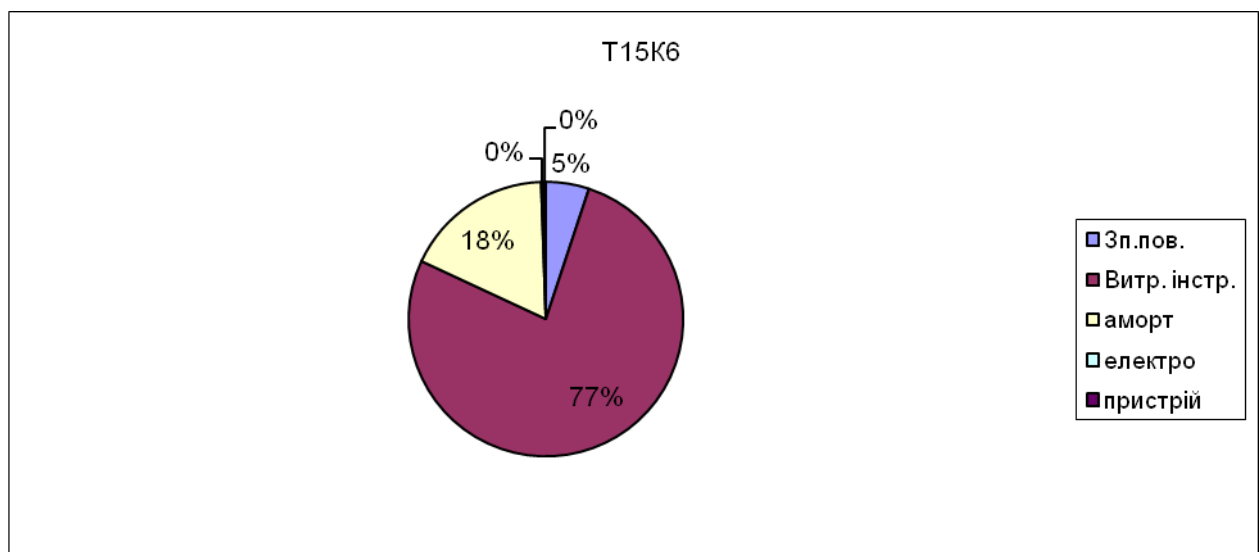


Рис 3.8 Діаграма структури собівартості при фрезеруванні.

На діаграмі структури собівартості рис. 3.8 чітко видно що на загальному обсяг собівартості найбільш впливе ціна пристрою, амортизаційні витрати, та заробітня платня. Всі інші майже не впливають в загальному обсязі.

Лістинг файла Text.txt

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"

Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_EC-300"

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0001 Насадная коронка быс.режущая, Ф30.0, Z=10, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 175.000 мм/мин, V= 37.40 м/мин, n= 397 об/мин"

Р," N= 3.21943 кВт; A= 4.17443 кВт*мин"

Е," Lsum = 226,9 мм, Точн= 1,30хв; C= 7,34 грн."

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"

Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_EC-300"

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0002 Насадная коронка быс.режущая, Ф35.0, Z=12, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 209.000 мм/мин, V= 39.95 м/мин, n= 363 об/мин"

Р," N= 3.49226 кВт; A= 3.52908 кВт*мин"

Е," Lsum = 211,2 мм, Точн= 1,01хв; C= 5,32 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100H14, H=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0003 Насадная коронка быс.режущая, Ф40.0, Z=14, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 204.000 мм/мин, V= 41.32 м/мин, n= 329 об/мин"

Р," N= 3.61274 кВт; A= 3.46213 кВт*мин"

Е," Lsum = 195,5 мм, Точн= 0,96хв; C= 4,80 грн."

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0004 Насадная коронка быс.режущая, Ф40.0, Z=14, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 204.000 мм/мин, V= 41.32 м/мин, n= 329 об/мин"

Р," N= 3.61274 кВт; A= 3.46213 кВт*мин"

Е," Lsum = 195,5 мм, Тосн= 0,96хв; C= 5,82 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0005 Насадная коронка быс.режущая, Ф50.0, Z=16, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 219.000 мм/мин, V= 45.30 м/мин, n= 288 об/мин"

Р," N= 4.40986 кВт; A= 3.30396 кВт*мин"

Е," Lsum = 164,1 мм, Тосн= 0,75хв; C= 4,77 грн."

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0006 Насадная коронка быс.режущая, Ф60.0, Z=20, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 202.000 мм/мин, V= 47.21 м/мин, n= 250 об/мин"

Р," N= 5.81723 кВт; A= 3.82047 кВт*мин"

Е," Lsum = 132,7 мм, Тосн= 0,66хв; C= 4,25 грн."

В,"4230 Програмна . ИОТ 68"

Д,"Багатоцільовий верстат HAAS_ЕС-300"

* Фрезеровать отверстие

О,"Фрезеровать отверстие ф 100Н14, Н=10, Ra 3.20"

Т,"220530 0007 Насадная коронка быс.режущая, Ф75.0, Z=22, T5K10, DIN 138"

Р," t= 5.0 мм, S= 185.000 мм/мин, V= 49.96 м/мин, n= 212 об/мин"

Р," N= 6.15646 кВт; A= 2.84661 кВт*мин"

Е," Lsum = 85,5 мм, Тосн= 0,46хв; C= 4,31 грн."

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лістинг файла Sobivartist.txt

Freza ф30.0; Z= 10; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,30 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,62 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,62 грн;

Ціна інструмента= 2004,07 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 10;

Витрати на інструмент= 4,52 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 2,10 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 3,22 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,07621 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 7,34 грн;

Freza ф35.0; Z= 12; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 1,01 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,48 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,48 грн;

Ціна інструмента= 2147,32 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 13;

Витрати на інструмент= 3,12 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,64 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 3,49 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,05476 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість переходу= 5,32 грн;

Freza ф40.0; Z= 14; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,96 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,46 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,46 грн;

Ціна інструмента= 1969,69 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 13;

Витрати на інструмент= 2,72 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,55 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 3,61 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,05019 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 4,80 грн;

Freza ф40.0; Z= 14; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,96 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,46 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,46 грн;

Ціна інструмента= 2720,32 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 13;

Витрати на інструмент= 3,74 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,55 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 3,61 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,05019 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

						Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість переходу= 5,82 грн;

Freza ф50.0; Z= 16; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,75 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,36 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,36 грн;

Ціна інструмента= 3952,27 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 18;

Витрати на інструмент= 3,15 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,21 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 4,41 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,03215 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 4,77 грн;

Freza ф60.0; Z= 20; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,66 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,31 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,31 грн;

Ціна інструмента= 4923,50 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 2,83 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 1,06 грн;

Витрати на ремонт= 0,01 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 5,82 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,02136 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 4,25 грн;

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Freza $\phi 75.0$; Z= 22; T5K10 Стійкість= 60,00 хв; Tosn= 0,46 хв;

Ставка= 5000 грн; Зарплата основна= 0,22 грн; Зарплата додаткова=0,00 грн;

Зарплата повна= 0,22 грн;

Ціна інструмента= 8206,79 грн; Норматив на заточку= 5 хв; Кількість переточок= 22;

Витрати на інструмент= 3,31 грн;

Вартість верстата= 2893506,75 грн; Амортизаційні витрати= 0,75 грн;

Витрати на ремонт= 0,00 грн;

Потужність верстата= 20,00 кВт; Потужність різання= 6,16 кВт;

Витрати на електроенергію= 0,01421 грн;

Вартість присрою= 2500,00 грн; Витрати на пристрій= 0,01 грн;

Собівартість переходу= 4,31 грн;

Висновки

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Порівняння можливостей програм SAPR_2017 та NX 9.0 при проектуванні оброблення отворів

Обробка отворів на верстатах з ЧПУ є значною частиною загальної трудомісткості виготовлення деталей. Важливим фактором проектування механічної обробки є автоматизація проектування операцій і переходів так і розробка управляючих програм для верстатів з ЧПУ. На кафедрі технології машинобудування розроблений програмний засіб **SAPR_2017** [1], що автоматизує проектування технологічних процесів обробки, синтез управляючих програм для ЧПУ.

Порівняння проводитимемо для плити з вісьмома отворами з діаметрами ф40, ф30, ф25, ф20, ф15, ф10, ф6, ф4, що розташовані на одній вісі.

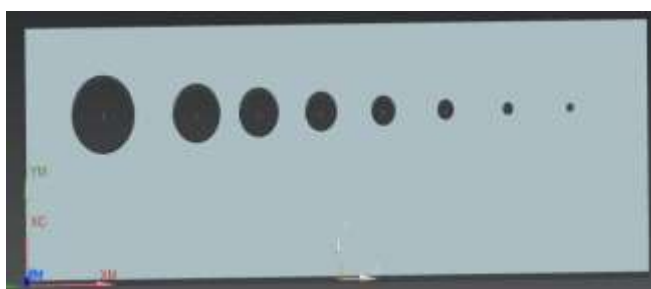


Рисунок 1.1 – 3Д модель обробленої плити

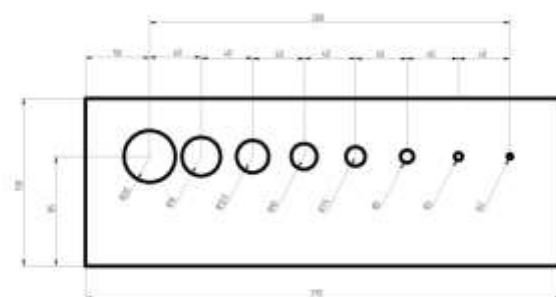


Рисунок 1.2 – Креслення плити з отворами

Надалі порівняємо можливості САПР 2014 и досить потужної CAD/CAM системи Siemens NX9.0

Найменування операції	Можливості <i>Siemens NX9.0</i>	Можливості SAPR 2017
Створення 3Д моделі	Повноцінний CAD	Відсутнє
Задання ТУ для обробки	Виконано не повністю	Повноцінне
Створення інструменту і його характеристик	Повноцінне	Не має такої можливості
Вибір інструменту з бібліотеки	Ручний	Автоматичний
Створення операцій обробки	Ручне	Автоматичне
Можливість вибору режимів різання	Ручна, можливий виклик з бібліотеки	Автоматична, можливе редагування
Можливість редагування на етапі створення операцій обробки	Повноцінне	Неможливе
Можливість створення кінематики верстату	Повноцінна	Відсутня
Моделювання процесу обробки	Повноцінне	Відсутнє
Перевірка управляючої програми на створення зарізів та недообробки	Повноцінне з 2Д та 3Д відтворенням	Відсутня
Можливість зміни маршруту обробки, типу	Можливе	Відсутнє

траєкторії		
Задання можливостей верстату	Ручне	Автоматичне
Бібліотека верстатів з 3Д моделями і кінематикою	Повноцінна	Бібліотека не велика, без 3Д, але автоматична
Створення цехової документації	Повноцінне	Повноцінне
Використання постпроцесорів	Можливий виклик будь-якого постпроцесору та написання власного	Постпроцесор автоматичний, тільки для стійок типу фанук
Оптимізація траєкторії обробки	Присутня	Відсутня
Відпрацювання G-коду на стійці HAAS	Повністю відпрацьований без помилок	Необхідна корекція, є не відповідності
Час створення ТП	1 год. 30 хв.	20 хв.

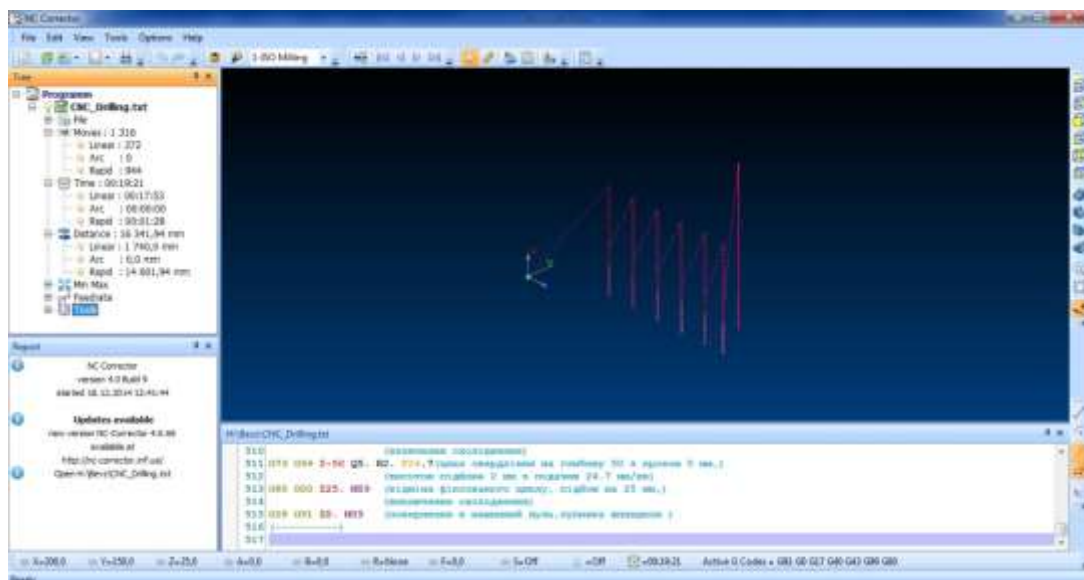


Рисунок 3.9 – Відпрацювання G коду **SAPR_2017** в симуляторі NC Corrector

Висновок:

1. Трудомісткість синтезу G-кодів в **SAPR_2017** помітно менша.
2. Після проведення випробування G-коду на стійці HAAS можна надати декілька рекомендацій:
 1. Описові складові до кадрів G-коду доречні лише для учбового процесу.
 2. Корекція на інструмент не відповідає номеру інструмента, T03 H01.
 3. В циклах свердління G73 та G99 після координати Z відсутня крапка, що не сприймає стійка.

Загалом **SAPR_2017** має помітні переваги в порівнянні з іншими системами.

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	81

Висновок

Проведені експерименти засвідчили можливість використання системи автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки “Sapr_2017” для визначення раціональних значень режимів різання для типових технологічних переходів виконуваних в конкретних умовах технологічних систем.

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. В.И. Гузеев. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с ЧПУ, Москва, «Машиностроение» 2005.
2. В.І. Войтенко Системи автоматизованого проектування технологічних процесів машинобудування. Київ, НТУУ «КПІ» 2012.
3. <https://uk.wikipedia.org/>
4. <https://stud.com.ua>
5. Вісник НТУУ «КПІ» серія машинобудування №76, 2016р. Войтенко В.І. Вплив стійкості на собівартість точіння.
6. Войтенко В.І. Влияние стойкости резца на себестоимость при точении. <http://www.moiidei.com/> Наука|Технические 28.02.2016
7. Войтенко В.І. Комп'ютерна програма „Система автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки SAPR_2017” (“SAPR_2017”). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 70908. від 15.03.2017. Державна служба інтелектуальної власності України. Бюлетень. ”Авторське право та суміжні права” № 42.
8. Справочник молодого машиностроителя (Данилевский).

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		